
Manual do Usuário

NeuralTools

*Add-In de Rede Neural para o
Microsoft® Excel*

**Versão 7
junho, 2015**

**Palisade Corporation
798 Cascadilla St.
Ithaca, NY 14850
EUA
+1 607 277-8000
+1 607 277-8001 (fax)
<http://www.palisade.com> (website)
sales@palisade.com (e-mail)**

Direitos autorais

Copyright © 2015, Palisade Corporation.

Reconhecimento de marcas registradas

Microsoft, Excel e Windows são marcas registradas da Microsoft Corporation.

IBM é marca registrada da International Business Machines, Inc.

Palisade, TopRank, BestFit e RISKview são marcas registradas da Palisade Corporation.

Bem-vindo ao NeuralTools para o Excel

Bem-vindo

O NeuralTools coloca à sua disposição um novo conjunto avançado de ferramentas de modelagem para uso com o Microsoft Excel – a ferramenta de modelagem e análise de dados padrão do setor! NeuralTools é um suplemento (add-in) de redes neurais para o Microsoft Excel, que possibilita analisar dados em planilhas de Excel e trabalhar no ambiente do Microsoft Office que você já conhece. Com um gerenciador de dados de alta capacidade e avançados algoritmos de redes neurais, o NeuralTools oferece todas as vantagens: a facilidade de uso e elaboração de relatórios do Microsoft Office e a capacidade avançada e exatidão de previsões das redes neurais.

Trabalhe em um ambiente conhecido

Se você sabe usar o Excel, sabe como trabalhar com o NeuralTools! O NeuralTools funciona exatamente como o Excel, com barras de ferramentas, menus e funções de planilhas personalizadas – tudo no próprio Excel. Ao contrário dos softwares autônomos de redes neurais, o NeuralTools não requer longo período de aprendizagem nem altos custos adiantados de treinamento, pois você trabalha da forma como já está acostumado a fazer no Excel. Os seus dados e variáveis estão em planilhas do Excel. Você pode usar fórmulas padrão do Excel para fazer cálculos, usar recursos de classificação e tabelas dinâmicas. Relatórios e gráficos de análises são gerados em formato padrão do Excel, aproveitando todos os recursos de formatação integrados no Excel.

Análises no NeuralTools

As redes neurais têm capacidade de aprender as relações complexas existentes entre os dados. Por meio de uma imitação das funções do cérebro, elas discernem padrões existentes nos dados e depois, quando são fornecidos novos dados, elas fazem extrapolações para gerar previsões. Os tipos de problemas em que as redes neurais são empregadas podem ser divididos em dois grupos gerais:

- **Problemas de classificação:** são problemas em que se tenta determinar a que tipo de categoria pertence um item desconhecido. Exemplos incluem diagnósticos médicos e previsão da capacidade de pagamento de débitos.
- **Problemas numéricos:** situações em que é necessário prever um resultado numérico específico. Exemplos incluem a previsão de preços de ações e a previsão do nível de vendas durante um período futuro.

As redes neurais são usadas em uma variedade de aplicações, incluindo: previsões no mercado de ações, atribuição de grau de risco para empréstimos e crédito, detecção de fraude de crédito, previsão de vendas, previsão de negócios em geral, risco de investimentos, diagnósticos médicos, pesquisas científicas e sistemas de controle.

O NeuralTools fornece os mais avançados algoritmos de redes neurais, possibilitando efetuar as melhores previsões tanto para problemas de classificação (denominados previsão categórica no NeuralTools) como para problemas numéricos.

Gerenciamento de dados no NeuralTools

O NeuralTools oferece um gerenciador completo de conjuntos de dados e variáveis, no próprio Excel, semelhante ao fornecido com o StatTools, o suplemento de estatística da Palisade para o Excel. Você pode definir quantos conjuntos de dados quiser, cada um com as variáveis que deseja analisar, diretamente com os dados já contidos no Excel. O NeuralTools analisa os blocos de dados de forma inteligente, sugerindo nomes e tipos de variáveis, além de locais para os dados. Os conjuntos de dados e as variáveis podem residir em diferentes planilhas e pastas de trabalho, o que permite organizá-los de acordo com a sua preferência. Assim, você pode treinar as redes neurais relacionadas às suas variáveis, em vez de ter de selecionar repetidamente os dados no Excel. Além disso, as variáveis do NeuralTools não se limitam a uma única coluna de dados na planilha

do Excel; você pode usar a mesma coluna para uma única variável em até 255 planilhas!

Relatórios do NeuralTools

O Excel é excelente para criar relatórios e gráficos, e o NeuralTools tira máximo proveito disso. Ele usa gráficos em formato Excel que podem ser facilmente personalizados com novas cores, fontes e texto. Títulos de relatórios, formatos numéricos e texto podem ser alterados da mesma forma que em uma planilha Excel padrão. Arraste e solte tabelas e gráficos de relatórios do NeuralTools diretamente em documentos de outras aplicações

O NeuralTools Industrial inclui o recurso de Previsão ao Vivo, no qual os valores previstos são calculados à medida que novos dados são inseridos na planilha do Excel. Esse cálculo em tempo real é feito automaticamente, da mesma forma que os recálculos feitos pelo Excel.

Acesso e compartilhamento de dados

O Excel conta com ótimos recursos para importação de dados, o que facilita muito a transferência de seus dados para o NeuralTools! Use os recursos padrão do Excel para ler dados do Microsoft SQL Server, Oracle, Microsoft Access ou qualquer outro banco de dados compatível com ODBC. Carregue dados de arquivos de texto ou outras aplicações – se os dados podem ser lidos no Excel, podem ser usados no NeuralTools!

O NeuralTools salva todos os resultados e dados em pastas de trabalho do Excel. Da mesma forma que com qualquer arquivo do Excel, é possível enviar resultados e redes do NeuralTools a colegas em qualquer lugar. O compartilhamento não poderia ser mais fácil!

Índice

Bem-vindo ao NeuralTools para o Excel	i
Bem-vindo	i
Trabalhe em um ambiente conhecido	i
Análises no NeuralTools	ii
Gerenciamento de dados no NeuralTools	ii
Relatórios do NeuralTools.....	iii
Acesso e compartilhamento de dados	iii
Índice	v
Capítulo 1: Primeiros Passos	1
Introdução	3
Sobre esta versão	3
NeuralTools – versões Professional e Industrial.....	3
Funcionamento com o seu ambiente operacional	3
Se necessitar de ajuda.....	4
Requisitos de sistema do NeuralTools.....	6
Instruções de instalação.....	7
Instruções gerais de instalação	7
Instalação de ícones ou atalhos do NeuralTools	7
O DecisionTools Suite	7
Ativação do software	8
Capítulo 2: Visão Geral do NeuralTools	9
Visão geral.....	11
Por que usar redes neurais?.....	11
NeuralTools e redes neurais.....	12
Menu e barra de ferramentas do NeuralTools.....	13
Conjuntos de dados e o Gerenciador de Conjunto de Dados	14
Treinamento de rede neural	16
Como testar uma rede.....	21
Previsão.....	23
Relatórios e gráficos do NeuralTools	25
Utilidades do NeuralTools	26
Como usar o NeuralTools com StatTools, Solver e Evolver.....	26
Referência: Ícones do NeuralTools	29
Barra de ferramentas do NeuralTools	29

Referência: Comandos de menu do NeuralTools	31
Introdução	31
Ícones nas caixas de diálogo.....	32
Referência de comandos.....	33
Comando Gerenciador de Conjunto de Dados.....	33
Comando Treinar	39
Comando Testar.....	52
Comando Prever	60
Utilidades	65
Comando Configurações da aplicação.....	65
Comando Gerenciador de Rede Neural	69
Comando Utilidades de dados ausentes	71
Comando Sensibilidade de teste	74
Mais informações sobre redes neurais	77
Noções básicas sobre redes neurais.....	77
Comparação entre redes neurais e métodos estatísticos	78
Estrutura de uma rede neural.....	78
Previsão numérica e de categoria	79
Como treinar uma rede.....	79
Processamento computacional de redes neurais	79
Tipos de redes neurais.....	80
Redes Multi-Layer Feedforward.....	81
Arquitetura MLF.....	81
Treinamento de redes MLF	83
Redes neurais de regressão generalizada e redes neurais probabilísticas.....	87
Redes neurais de regressão generalizada.....	87
Redes neurais probabilísticas	89
Comparação entre redes MLF e PN/GRN.....	93
Transformação de input	95
Leituras recomendadas	97
Índice remissivo	99

Capítulo 1: Primeiros Passos

Introdução

Esta introdução descreve o conteúdo da embalagem do NeuralTools e explica como instalá-lo e vinculá-lo ao Microsoft Excel 2007 ou versão mais recente.

Sobre esta versão

Esta versão do NeuralTools pode ser usada com o Microsoft Excel 2007 ou versão mais recente.

NeuralTools – versões Professional e Industrial

O NeuralTools está disponível em duas versões: Professional e Industrial. As diferenças entre as versões são as seguintes:

- No NeuralTools Professional, os conjuntos de dados são limitados a 1000 casos; no NeuralTools Industrial o tamanho dos conjuntos de dados só é limitado pela quantidade de memória disponível.
- O recurso de Previsão ao Vivo, que calcula os valores previstos à medida que novos dados são inseridos na planilha do Excel, só é fornecido no NeuralTools Industrial. Esse cálculo em tempo real é feito automaticamente, da mesma forma que os recálculos feitos pelo Excel.

Funcionamento com o seu ambiente operacional

Este Guia do Usuário pressupõe que o usuário saiba, de modo geral, usar o sistema operacional Windows e o Excel. Especificamente:

- *O usuário sabe usar o computador e o mouse.*
- *O usuário conhece termos como: ícones, clique, duplo-clique ou clicar duas vezes, menu, janela, comando, objeto.*
- *O usuário tem uma compreensão de conceitos básicos como: estrutura de diretórios, atribuição de nomes a arquivos.*

Se necessitar de ajuda

Fornecemos suporte técnico gratuito a todos os usuários registrados do NeuralTools com plano de manutenção vigente; também oferecemos suporte técnico mediante pagamento por incidente individual. Para ter certeza de estar registrado como usuário do NeuralTools, **faça seu registro online, no site <http://www.palisade.com/support/register.asp>.**

Ao nos contatar por telefone, tenha à mão o número de série do seu produto e o Manual do Usuário. Podemos prestar melhor suporte técnico se você estiver em frente ao seu computador, pronto para trabalhar.

Antes de nos contatar

Antes de contatar o suporte técnico, confira o seguinte:

- *Você consultou a Ajuda online?*
- *Você consultou este Manual do Usuário e assistiu ao tutorial multimídia online?*
- *Você leu o arquivo LEIAME.WRI? Ele contém informações atualizadas sobre o NeuralTools, que podem não estar incluídas no manual.*
- *O problema que está ocorrendo pode ser reproduzido sempre da mesma forma? É possível reproduzir o problema em outro computador ou outro modelo de computador?*
- *Você consultou nosso site na Internet? O endereço é: <http://www.palisade.com>. O site também contém respostas a perguntas frequentes (FAQ), na forma de um banco de dados pesquisável de perguntas com as respostas do suporte técnico, assim como patches para o NeuralTools, na seção Suporte Técnico. Recomendamos acessar o site regularmente para ver as últimas informações sobre o NeuralTools e outros programas da Palisade.*

Como contatar a Palisade

A Palisade Corporation recebe com satisfação perguntas, comentários e sugestões relacionados ao NeuralTools. Entre em contato com a nossa equipe de suporte técnico pelos seguintes meios:

- *E-mail: support@palisade.com.*
- *Telefone: +1-607-277-8000, dias úteis, das 9h às 17h (horário de Nova York). Siga as instruções telefônicas para ser conectado ao suporte técnico.*
- *Fax: +1-607-277-8001.*
- *Correspondência:*

**Technical Support
Palisade Corporation
798 Cascadilla St.
Ithaca, NY 14850
EUA**

Se quiser contatar a Palisade Europe:

- *E-mail: support@palisade-europe.com.*
- *Telefone: +44 1895 425050 (RU).*
- *Fax: +44 1895 425051 (RU).*
- *Correspondência:*

**Palisade Europe
31 The Green
West Drayton
Middlesex
UB7 7PN
Reino Unido**

Para contatar a Palisade Asia-Pacific:

- *E-mail: support@palisade.com.au.*
- *Telefone: +61 2 9252 5922 (Austrália).*
- *Fax: +61 2 9252 2820 (Austrália).*
- *Correspondência:*

**Palisade Asia-Pacific Pty Limited
Suite 404, Level 4
20 Loftus Street
Sydney NSW 2000
Austrália**

Ao nos contatar, pedimos que sempre inclua o nome do produto, a versão e o número de série. O número exato da versão pode ser encontrado no comando Sobre, da Ajuda, no menu do NeuralTools.

Versão Student

Não oferecemos suporte técnico por telefone para a versão de estudante do NeuralTools. Se necessitar de ajuda, recomendamos as seguintes alternativas:

- ◆ *Consulte o seu professor ou colega.*
- ◆ *Acesse <http://www.palisade.com> e veja as respostas às perguntas mais comuns.*
- ◆ *Contate nosso departamento de suporte técnico por e-mail ou fax.*

Requisitos de sistema do NeuralTools

Os requisitos de sistema para uso do NeuralTools 7 com Microsoft Excel para Windows são os seguintes:

- *Microsoft Windows XP ou versão superior.*
- *Microsoft Excel 2007 ou versão superior.*

Instruções de instalação

Instruções gerais de instalação

O programa de instalação copia os arquivos de sistema do NeuralTools no diretório especificado do disco rígido. Para executar o programa de instalação no Windows XP ou versão superior:

- 1) *Clique duas vezes no arquivo NeuralTools Setup.exe obtido por download ou contido no CD de instalação, e siga as instruções de instalação apresentadas na tela.*

Se tiver algum problema durante a instalação do NeuralTools, verifique se a unidade de disco na qual a instalação está sendo feita tem espaço suficiente. Após liberar espaço suficiente, tente executar a instalação novamente.

Remoção do NeuralTools do computador

Se quiser remover o NeuralTools de seu computador, use o recurso Adicionar/Remover Programas no Painel de Controle e selecione o item correspondente ao NeuralTools.

Instalação de ícones ou atalhos do NeuralTools

Como criar o atalho na barra de tarefas do Windows

No Windows, o programa de instalação cria automaticamente um comando do NeuralTools no menu Programas\Palisade DecisionTools da barra de tarefas. Contudo, se houver algum problema durante a instalação, ou se quiser fazer isso manualmente em outra ocasião, siga estas instruções. Observe que as instruções abaixo são para o Windows XP Profissional. As instruções podem ser diferentes para outros sistemas operacionais.

- 1) *Clique no botão Iniciar e, em seguida, aponte para Configurações.*
- 2) *Clique na guia do menu Iniciar, na barra de tarefas.*
- 3) *Clique em Personalizar, Adicionar e, em seguida, Procurar.*
- 4) *Localize o arquivo NeuralTools.EX e clique nele; em seguida, clique em OK.*
- 5) *Clique em Avançar e, em seguida, clique duas vezes no menu em que deseja incluir o programa.*
- 6) *Digite o nome "NeuralTools" e, em seguida, clique em Concluir.*
- 7) *Clique em OK em todas as caixas de diálogo abertas.*

O DecisionTools Suite

O NeuralTools faz parte do DecisionTools Suite, um conjunto de produtos para análise de risco e decisões que pode ser adquirido da Palisade Corporation. O procedimento padrão de instalação do NeuralTools coloca o programa em um subdiretório do diretório principal "Arquivos de Programas\Palisade". Isso é semelhante ao que é feito com o Excel, que geralmente é instalado em um subdiretório do diretório principal do "Microsoft Office".

Um dos subdiretórios de Arquivos de Programas\Palisade será o diretório do NeuralTools (por padrão, denominado NeuralTools7). Este diretório contém o arquivo do add-in NeuralTools (NEURALTOOLS.XLA), além de exemplos de modelos e outros arquivos necessários para executar o NeuralTools. Um outro subdiretório de Arquivos de Programas\Palisade é o diretório SISTEMA (ou SYSTEM), que contém os arquivos necessários para cada programa do DecisionTools Suite, inclusive as bibliotecas dos programas e arquivos de Ajuda comuns.

Ativação do software

A ativação é um processo de verificação de licença que é efetuado apenas uma vez e é necessário para poder executar o software Palisade como produto plenamente licenciado. A fatura impressa do produto, ou a fatura enviada por e-mail, contém a **ID de Ativação**, que consiste em uma sequência de letras e números separados por hífens, por exemplo: "DNA-6438907-651282-CDM". Se você forneceu a ID de Ativação durante a instalação, o software será ativado ao final do processo de instalação; nenhuma outra ação será necessária. Se preferir ativar o software após a instalação, selecione o comando **Gerenciador de Licenças** no menu **Ajuda**.

O Gerenciador de Licenças pode ser usado para ativar, desativar e transferir licenças de software de uma máquina para outra. Também é usado para gerenciar licenças em instalações de rede. Siga as instruções e caixas de diálogo apresentadas pelo Gerenciador de Licenças para executar o procedimento desejado relativo às licenças.

Capítulo 2: Visão Geral do NeuralTools

Visão geral

O NeuralTools apresenta recursos avançados de redes neurais em um ambiente que você já conhece: o Microsoft Excel. Os procedimentos do NeuralTools – como a definição de conjuntos de dados, o treinamento e teste de redes neurais e a previsão de valores usando redes treinadas – podem ser executados com os dados contidos no Excel, e os relatórios e tabelas das análises são criados no Excel.

Por que usar redes neurais?

Redes neurais têm capacidade de aprender relações complexas de dados. Por meio de uma imitação das funções do cérebro, elas discernem padrões nos dados e depois, quando são fornecidos novos dados, elas fazem extrapolações para gerar previsões. Os tipos de problemas em que as redes neurais são empregadas podem ser divididos em dois grupos gerais:

- **Problemas de classificação:** são problemas em que se tenta determinar a que tipo de categoria pertence um item desconhecido. Exemplos incluem diagnósticos médicos e previsão da capacidade de pagamentos de débitos.
- **Problemas numéricos:** situações em que é necessário prever um resultado numérico específico. Exemplos incluem a previsão de preços de ações e a previsão do nível de vendas durante um período futuro.

O NeuralTools inclui exemplos que demonstram como aplicar redes neurais a diversos tipos de problemas de previsão. A pasta **NeuralTools\Examples** contém exemplos fornecidos como pastas de trabalho do Excel.

NeuralTools e redes neurais

Com o NeuralTools, as redes neurais são desenvolvidas e usadas em quatro etapas:

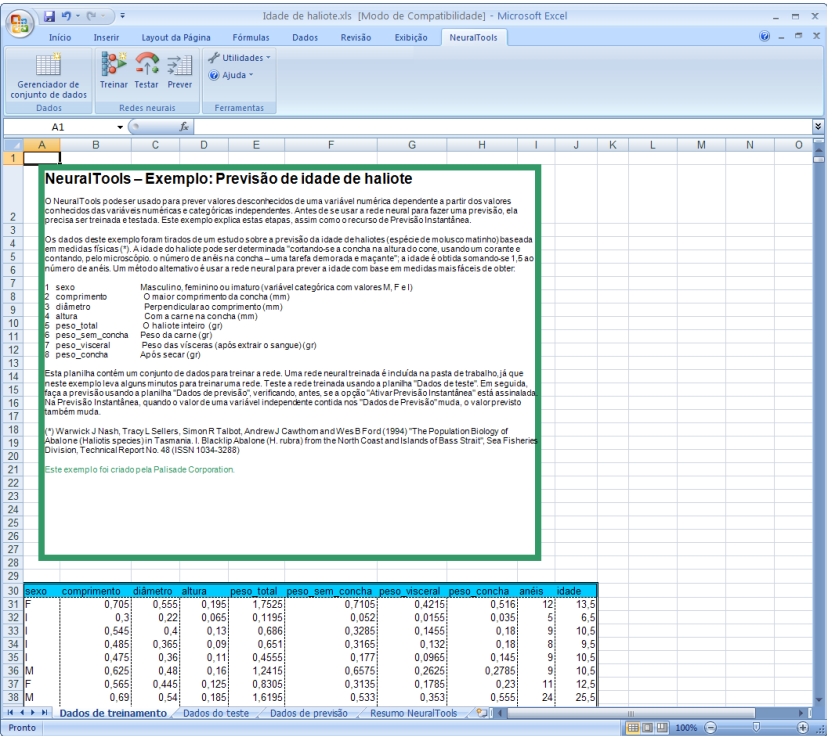
- **Preparação de dados** – os dados usados no NeuralTools são definidos como conjuntos de dados. O **Gerenciador de Conjunto de Dados** é usado para definir conjuntos de dados de modo que possam ser usados diversas vezes com as suas redes neurais.
- **Treinamento** – com o treinamento, uma rede neural é gerada a partir de um conjunto de dados composto de casos com valores de output conhecidos. Esses dados geralmente consistem em casos históricos cujos valores de output/variável dependente são conhecidos.
- **Teste** – com o teste, a rede neural treinada é testada para verificar seu desempenho na previsão de valores de output conhecidos. Geralmente, os dados usados no teste são um subconjunto de dados históricos. Esse subconjunto não é usado no treinamento da rede. Após o teste, o desempenho da rede é medido estatisticamente para verificar, por exemplo, a porcentagem de respostas conhecidas que foram previstas corretamente.
- **Previsão** – uma rede neural treinada é usada para prever valores de output desconhecidos. Depois de treinada e testada, a rede pode ser usada para prever outputs de dados de novos casos.

O processo de treinamento e teste é interativo e, às vezes, longo. Normalmente, o treinamento pode ser feito várias vezes, com configurações diferentes, até gerar uma rede neural que apresente os melhores resultados ao ser testada. Depois de obter a “melhor rede”, ela pode rapidamente ser usada para efetuar previsões.

Agora vamos ver como o NeuralTools funciona com o Excel e como definir conjuntos de dados e treinar e testar redes neurais usando esses conjuntos. Depois disso, vamos prever valores de output desconhecidos usando as redes treinadas.

Menu e barra de ferramentas do NeuralTools

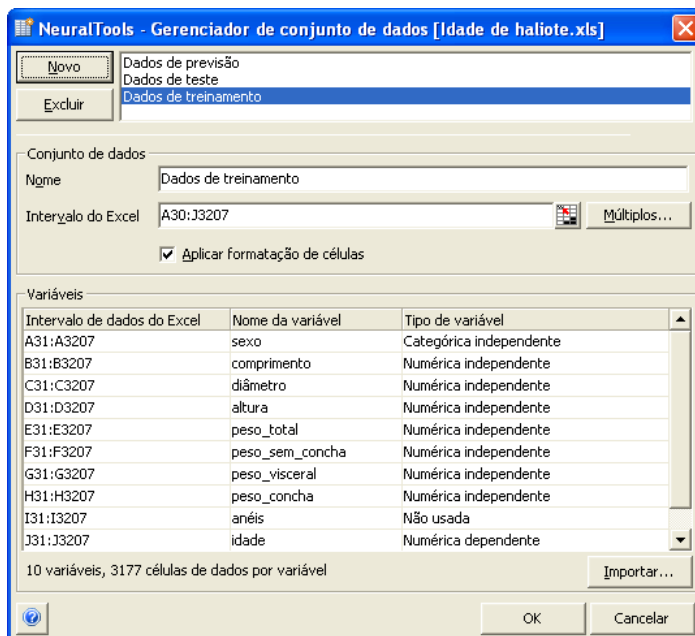
No Excel 2007, todos os comandos são apresentados na faixa de opções do NeuralTools.



Conjuntos de dados e o Gerenciador de Conjunto de Dados

No NeuralTools, os dados são estruturados em torno de **casos** e **variáveis**. Você trabalha com um conjunto de dados, ou com um conjunto de variáveis estatísticas, localizado em colunas contíguas, com os nomes das variáveis na primeira linha do conjunto de dados. Cada linha do conjunto de dados é um **caso**. Cada caso contém um conjunto de valores de variáveis independentes e um valor conhecido ou ausente para a variável dependente do output. Cabe ao NeuralTools prever os valores das variáveis de output nos casos em que eles são desconhecidos.

O **Gerenciador de conjunto de dados** do NeuralTools permite definir conjuntos de dados, variáveis e casos. Subsequentemente, essas variáveis predefinidas podem ser usadas para treinar e testar redes neurais, sem necessidade de selecionar novamente os dados a serem analisados. Você pode colocar todos os casos históricos conhecidos em um único conjunto de dados, e os casos para os quais deseja prever resultados em outro conjunto de dados. Você também pode combinar todos os seus dados – dados históricos conhecidos e dados que deseja prever – em um único conjunto de dados.



Cada variável contida no conjunto de dados tem um nome e um intervalo de células do Excel correspondente. Cada coluna dentro do intervalo contém dados correspondentes a outra variável. Um conjunto de dados pode incluir vários blocos de células, permitindo colocar os dados em diversas planilhas de uma mesma pasta de trabalho.

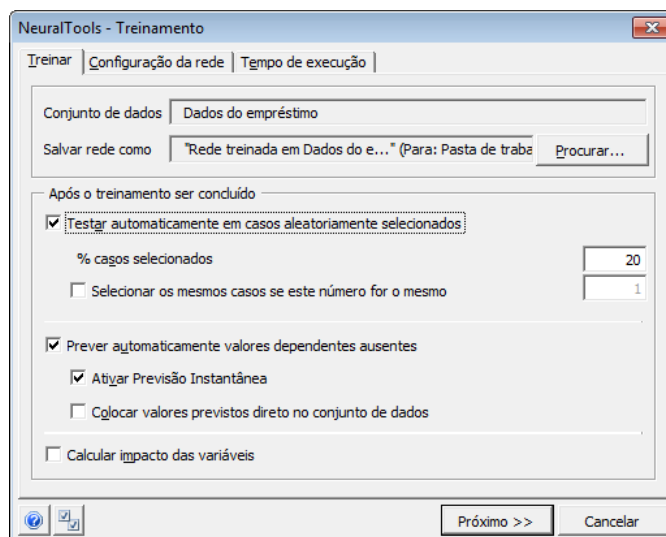
Ao definir um conjunto de dados, o NeuralTools tenta identificar as variáveis em um bloco de células circundantes à seleção atual feita no Excel. Isso torna mais rápido e fácil definir um conjunto de dados com os nomes das variáveis na linha superior e as variáveis dispostas em colunas.

Tipos de variáveis

No NeuralTools, as variáveis podem ser independentes ou dependentes, e numéricas ou categóricas (ex.: *Sim* ou *Não*; ou *Vermelho*, *Verde* ou *Azul*). O Gerenciador de Conjunto de Dados tenta identificar o tipo de cada variável no conjunto de dados, mas, se quiser, você pode ignorar isso e fazer suas próprias seleções.

Treinamento de rede neural

Após definir um conjunto de dados que contenha casos com valores históricos conhecidos, você pode treinar uma rede neural usando esses dados. Há diversas opções para estabelecer o tipo de rede que será gerado pelo NeuralTools. Dependendo do tipo de dados, diferentes opções geram redes treinadas com melhor desempenho (ou seja, redes que fazem melhores previsões). O processo de teste, que é realizado após o treinamento, fornece métricas precisas do desempenho da rede treinada na previsão dos valores de output.



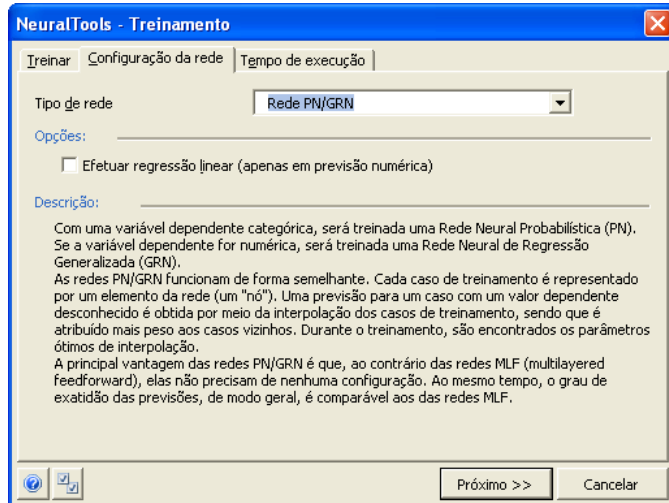
O treinamento de uma rede neural, juntamente com testes e previsão, requer que seja especificado um conjunto de dados que contenha os dados a serem usados durante o treinamento. O NeuralTools salva a rede treinada diretamente na pasta de trabalho ou em um arquivo em disco.

Uso integrado de treinamento, teste e previsão

Quando todos os dados se encontram em um mesmo conjunto de dados (tanto os dados históricos como os novos dados cujos valores de output são desconhecidos), o NeuralTools permite treinar e testar uma rede e, em seguida, prever os valores de output – tudo em uma única etapa. Você seleciona reter determinada porcentagem de dados históricos para o teste (no exemplo da página anterior esse valor é 20%) e depois seleciona a previsão automática de valores de output, para os casos em que os valores dependentes estão faltando. Assim, você pode obter rapidamente as respostas de que necessita, por meio de uma única operação.

Configurações de redes

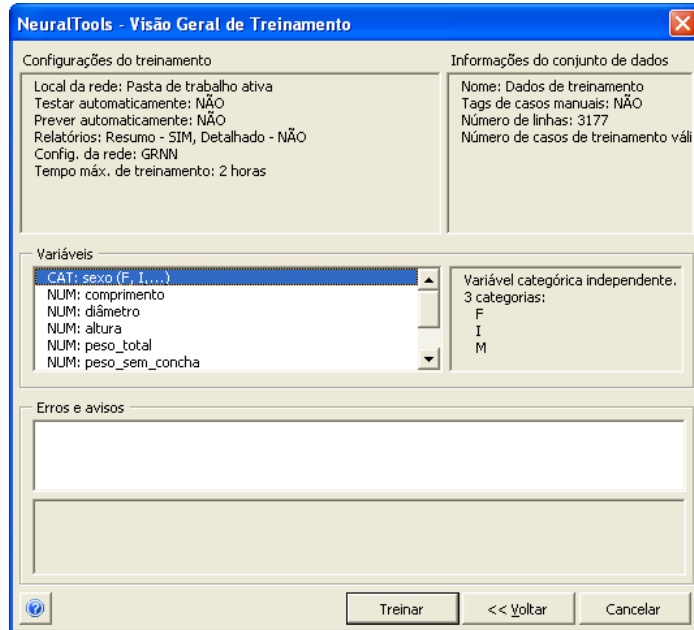
O NeuralTools permite usar diferentes configurações de redes neurais, a fim de propiciar as melhores previsões possíveis. Para a previsão de classificação/categoria (em que a variável dependente é um tipo de categoria) há dois tipos de redes disponíveis: **Redes Neurais Probabilísticas (PNN)** e **redes Multi-Layer Feedforward (MLF)**. A previsão numérica pode ser realizada usando-se redes MLF assim como **Redes Neurais de Regressão Generalizada (GRNN)**, que são estreitamente relacionadas às redes PNN.



O NeuralTools facilita a seleção da configuração de rede com um recurso de busca da **Melhor Rede**. Quando essa opção é selecionada, o NeuralTools treina e testa uma variedade de configurações de redes neurais até gerar a que produz as melhores previsões para os seus dados. A melhor configuração é determinada com base nos dados obtidos por meio do teste, portanto, para fazer uma busca da Melhor Rede, é necessário selecionar a opção “Testar automaticamente” na guia Treinamento.

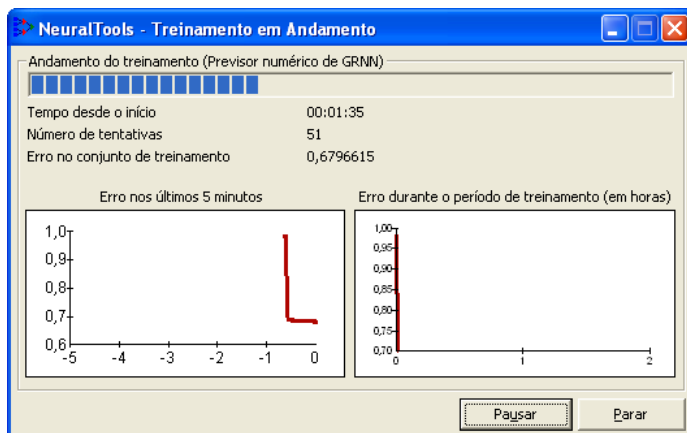
**Visão geral:
Treinamento**

Após selecionadas as opções de configuração de rede e de treinamento, o NeuralTools mostra o que será realizado durante o treinamento da rede. Como o treinamento é o processo mais demorado na modelagem da rede neural, convém examinar a definição do treinamento antes de prosseguir. O NeuralTools tenta verificar se existe algum problemas com os dados, para que você possa corrigi-lo antes de realizar o treinamento, se necessário.



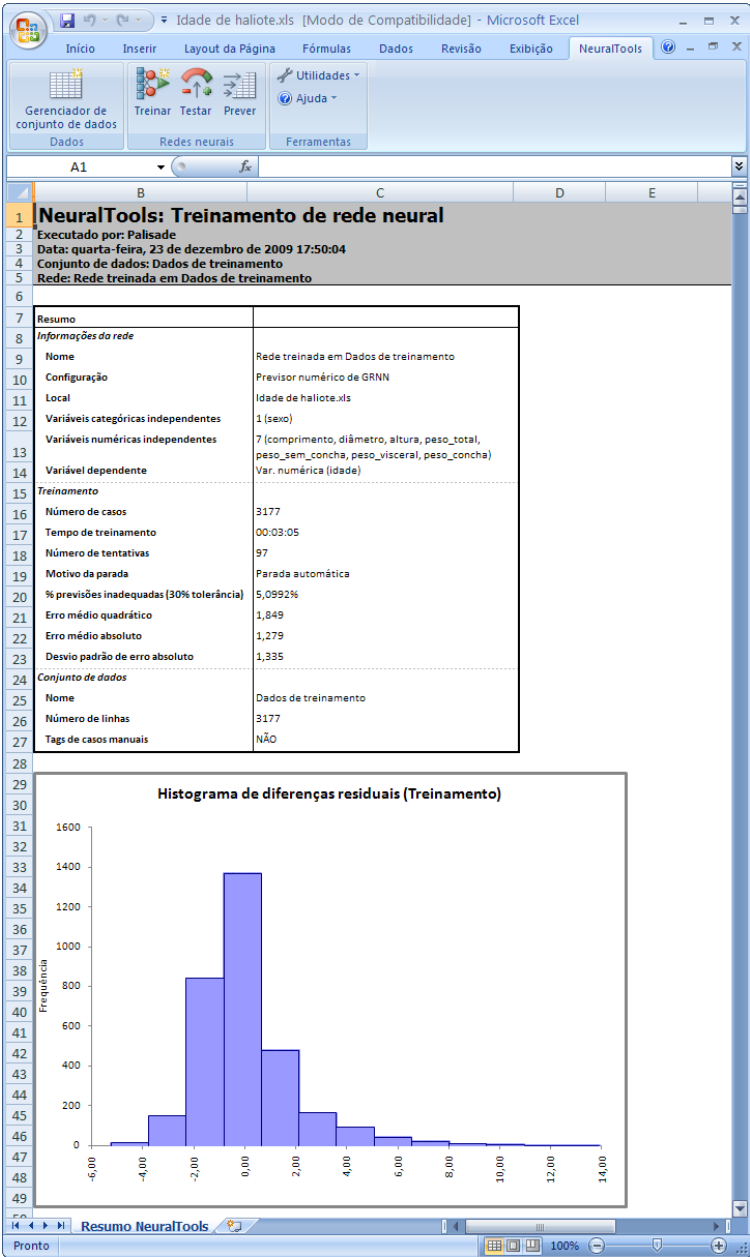
Processo de treinamento

Enquanto o NeuralTools efetua o treinamento da rede neural com os dados, ele informa o andamento do mesmo. Normalmente, a rede melhora à medida que o treinamento continua, pois o NeuralTools gera redes que fazem melhores previsões relacionadas aos dados, com menos erros. Os gráficos são atualizados, mostrando o andamento do treinamento efetuado pelo NeuralTools.



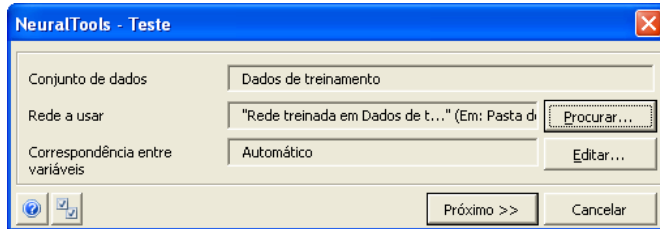
O treinamento é interrompido quando é alcançado um dos critérios que você definiu para parada, como, por exemplo, a duração máxima do treinamento. Se você tiver selecionado testar automaticamente a rede ou prever os valores de output ausentes no conjunto de dados, isso será feito após o treinamento.

Os relatórios de treinamento indicam como foi o desempenho da rede treinada. Estatísticas como o % **Previsões Inválidas** mostram a quantidade de casos no treinamento definido para os quais a rede previu um valor de output diferente do verdadeiro valor conhecido.



Como testar uma rede

Durante a fase de teste, a rede neural treinada é usada para verificar a qualidade da previsão de valores de output conhecidos. Geralmente, os dados usados no teste são um subconjunto de dados históricos com valores de output conhecidos. Esse subconjunto não é usado no treinamento da rede.



Quando os dados do teste se encontram em um conjunto de dados separado, o NeuralTools faz a correspondência das variáveis do conjunto de dados do teste e dos dados de treinamento. Assim como no caso do treinamento, o NeuralTools mostra a configuração do teste antes de executá-lo.

O teste (juntamente com a previsão) é bem mais rápido que o treinamento. O NeuralTools informa qual foi a qualidade da previsão de respostas conhecidas nos dados do teste. Isso ajuda a saber se a rede fará boas previsões quando aplicada a caso com valores de output desconhecidos.

Pasta3 - Microsoft Excel

NeuralTools

Gerenciador de conjunto de dados
Dados

Treinar Testar Prever
Redes neurais

Utilidades
Ajuda
Ferramentas

A1

NeuralTools: Resumo de Teste

Executado por: Palisade
Data: quarta-feira, 23 de dezembro de 2009 17:38:45
Conjunto de dados: Dados de treinamento
Rede: Rede treinada em Dados de treinamento

Resumo	
Informações da rede	
Nome	Rede treinada em Dados de treinamento
Configuração	Previsor numérico de GRNN
Local	Idade de haliote.xls
Variáveis categóricas independentes	1 (sexo)
Variáveis numéricas independentes	7 (comprimento, diâmetro, altura, peso_total, peso_sem_concha, peso_visceral, peso_concha)
Variável dependente	Var. numérica (idade)
Teste	
Número de casos	3177
% previsões inadequadas (30% tolerância)	5,0992%
Erro médio quadrático	1,849
Erro médio absoluto	1,279
Desvio padrão de erro absoluto	1,335
Conjunto de dados	
Nome	Dados de treinamento
Número de linhas	3177
Tags de casos manuais	NÃO
Correspondência entre variáveis	Automático
Vars. categóricas indep. usadas	Nomes do treinamento
Vars. numéricas usadas	Nomes do treinamento
Variável dependente	Var. numérica (idade)

Resumo NeuralTools

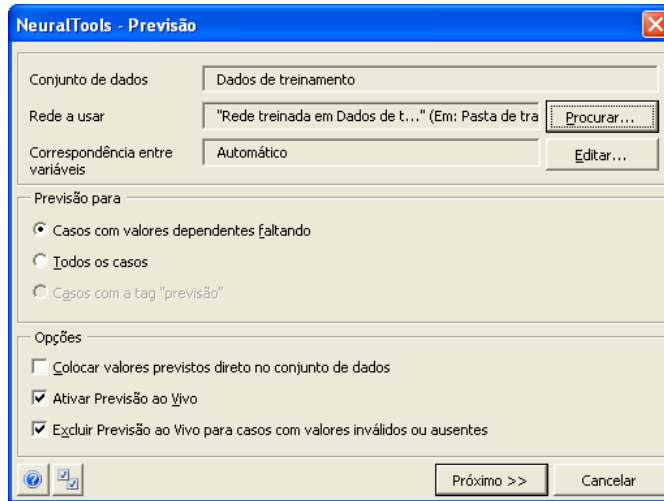
Pronto

100%

Previsão

O objetivo de usar uma rede neural é fazer previsões. Você usará uma rede treinada prever valores em novos casos nos quais os valores de output são desconhecidos. O NeuralTools oferece dois métodos de previsão: 1) **método de previsão de valores baseado em comandos**, para casos contidos em um conjunto de dados; 2) **Previsão ao Vivo (somente na versão Industrial)**, em que os valores das variáveis independentes de determinado caso contido na planilha podem ser inseridos e o NeuralTools pode então calcular automaticamente o valor de output previsto.

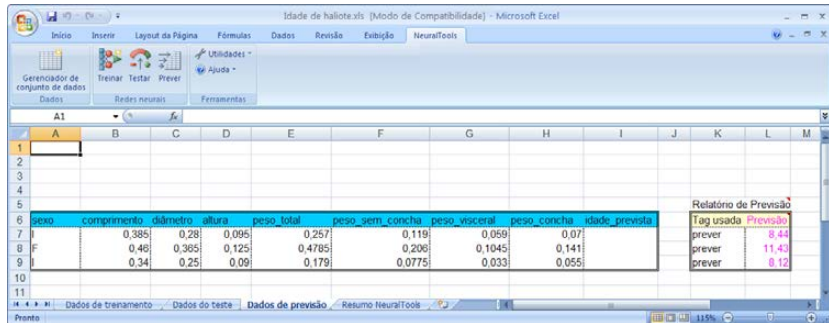
A caixa de diálogo Previsão ajuda a definir o processo de previsão de valores para um grupo de casos de um conjunto de dados. Só é possível fazer a previsão para casos em que faltam valores de output; opcionalmente, pode-se ativar a Previsão ao Vivo para poder modificar os dados e ver como as mudanças afetam as previsões. Várias redes treinadas podem ser usadas para avaliar a diferença entre os valores previstos.



Da mesma forma que no treinamento e no teste, o NeuralTools primeiro mostra os dados e a configuração que será usada na previsão. Em seguida, as previsões são indicadas na planilha correspondente no Excel.

Resultados de previsão

Os valores de output previstos aparecem ao lado dos casos para os quais foi efetuada a previsão. Na tela abaixo, os valores previstos aparecem em magenta.

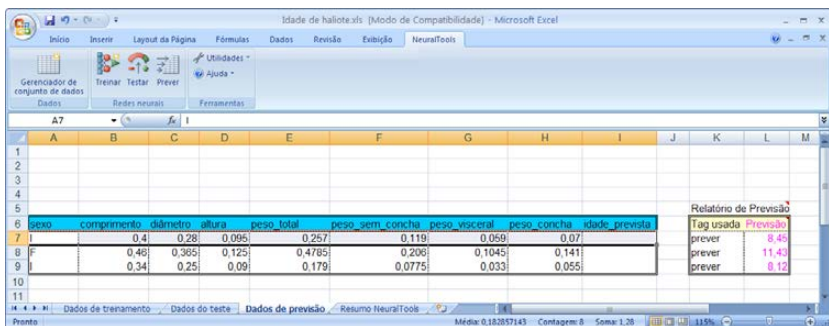


	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1													
2													
3													
4													
5													
6	sexo	comprimento	diâmetro	altura	peso total	peso sem concha	peso visceral	peso concha	idade_previsão				
7	M	0,385	0,28	0,095	0,257	0,119	0,059	0,07					
8	F	0,48	0,365	0,125	0,4785	0,206	0,1045	0,141					
9	I	0,34	0,25	0,09	0,179	0,0775	0,033	0,055					
10													
11													

Relatório de Previsão
Tag usada: Previsão
prever: 8,44
prever: 11,43
prever: 8,12

Previsão ao Vivo

Quando a Previsão ao Vivo está ativada, o NeuralTools acrescenta automaticamente uma fórmula de Excel na célula que contém o valor previsto. Essa fórmula gera o valor previsto, portanto, se os valores das variáveis independentes de um caso específico forem mudados, o valor previsto será automaticamente recalculado. Ao usar a Previsão ao Vivo, basta digitar os dados referentes aos novos casos diretamente no Excel e gerar uma nova previsão automaticamente, sem passar pela caixa de diálogo Previsão. Por exemplo, se os valores das variáveis independentes para o caso da linha 7 da planilha acima forem alterados conforme indicado, o valor previsto será atualizado automaticamente. Da mesma forma que em qualquer célula da planilha, uma célula de Previsão ao Vivo pode ser referenciada em qualquer fórmula do Excel.



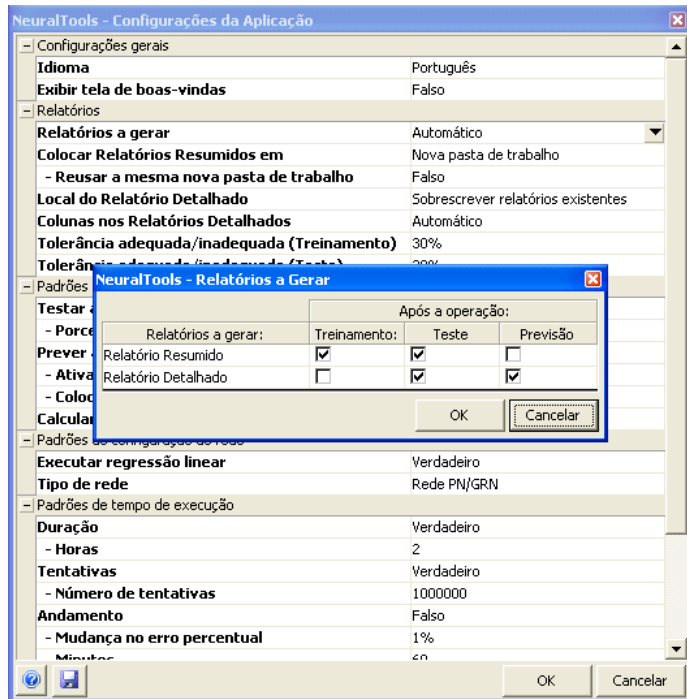
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1													
2													
3													
4													
5													
6	sexo	comprimento	diâmetro	altura	peso total	peso sem concha	peso visceral	peso concha	idade_previsão				
7	M	0,4	0,28	0,095	0,257	0,119	0,059	0,07					
8	F	0,48	0,365	0,125	0,4785	0,206	0,1045	0,141					
9	I	0,34	0,25	0,09	0,179	0,0775	0,033	0,055					
10													
11													

Relatório de Previsão
Tag usada: Previsão
prever: 8,44
prever: 11,43
prever: 8,12

(Nota: o recurso de Previsão ao Vivo está disponível apenas na versão Industrial.)

Relatórios e gráficos do NeuralTools

O NeuralTools cria relatórios resumidos e relatórios detalhados de treinamento, teste e previsão. Os **Relatórios Resumidos** aparecem em suas próprias planilhas e contêm informações gerais sobre o teste ou treinamento. O **Relatório Detalhado** apresenta informações de cada caso individualmente, ao lado dos dados correspondentes. Além disso, a maioria das informações do relatório resumido pode ser encontrada no relatório detalhado, na forma de um comentário que é adicionado à célula-título; essa versão do relatório resumido é denominada **Resumo Rápido**.



Sempre que o NeuralTools cria um ou mais gráficos, eles são incluídos nos relatórios. Os gráficos são criados em formato Excel e podem ser personalizados usando-se os comandos padrão de gráficos do Excel.

Utilidades do NeuralTools

O NeuralTools oferece três utilidades (ou utilitários) para ajudar no gerenciamento da modelagem de redes neurais. O **Gerenciador de Rede Neural** permite copiar ou mover redes neurais treinadas de pastas de trabalho para arquivos, e vice-versa. A utilidade de **Dados Ausentes** ajuda a identificar e corrigir os casos em que faltam dados nos conjuntos de dados. A análise de Sensibilidade de Teste ajuda a saber se os resultados de teste são estáveis em diversas seleção aleatórias de casos de testes.

Como usar o NeuralTools com StatTools, Solver e Evolver

O NeuralTools foi projetado para ser usado com o **StatTools**, o suplemento de estatística da Palisade para o Excel. Os dois produtos usam o mesmo Gerenciador do conjunto de dados; os conjuntos de dados definidos no NeuralTools podem ser analisados no StatTools, e vice-versa. Com o StatTools, é possível fazer cálculos estatísticos em variáveis de conjuntos de dados definidos no NeuralTools e estatísticas de previsões geradas pelo NeuralTools.

Os Relatórios Detalhados gerados no NeuralTools podem ser imediatamente analisados no StatTools; eles aparecem automaticamente na lista de conjuntos de dados do Gerenciador de Conjunto de Dados do StatTools. Isso facilita o uso do StatTools para obter resultados estatísticos além dos apresentados nos Relatórios Resumidos do NeuralTools. Por exemplo, o Relatório Resumido de teste inclui um histograma de diferenças residuais (definidas como as diferenças entre os valores efetivos e os previstos). Com base no histograma, as diferenças residuais podem parecer aproximadamente normalmente distribuídas. Para testar a hipótese de distribuição normal, pode-se aplicar um dos testes de normalidade do StatTools às variáveis residuais no Relatório Detalhado. Um exemplo disso é fornecido no arquivo “Análise para previsão de idade de haliote com StatTools.xls”.

O recurso Previsão ao Vivo do NeuralTools facilita averiguar como as mudanças nos valores independentes afetam a previsão. Outras ferramentas disponíveis no Excel podem ser usadas com a Previsão ao Vivo para explorar a relação entre as variáveis independentes e a dependente.

Solver, o otimizador integrado do Excel, pode ser usado com o recurso de Previsão Instantânea do NeuralTools para calcular os melhores valores de decisão para as previsões efetuadas no NeuralTools. O arquivo “Crédito automóvel com Solver.xls” apresenta um exemplo. No exemplo, é usada uma rede neural para prever se um tomador de empréstimo efetuará os pagamentos pontualmente. A rede neural, porém, talvez só forneça 60% de certeza de que a resposta está correta. O Solver do Excel pode, então, ser usado para determinar um valor do empréstimo que daria 90% de certeza de que o indivíduo irá pagar pontualmente. Nesse caso, o otimizador experimenta diferentes valores de empréstimos, e o NeuralTools atualiza automaticamente o valor da probabilidade.

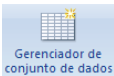
Evolver, o otimizador da Palisade baseado em algoritmo genético, pode ser usado em vez do Solver para encontrar a resposta. Diferentemente do Solver, o Evolver tem capacidade para processar problemas de otimização em que há mais de uma resposta ótima local.

Referência: Ícones do NeuralTools

Barra de ferramentas do NeuralTools

Os ícones do NeuralTools são usados para definir conjuntos de dados com casos e variáveis e, em seguida, criar e usar redes neurais baseadas nesses dados. No Excel 2007 todos os comandos são apresentados na faixa de opções do NeuralTools.

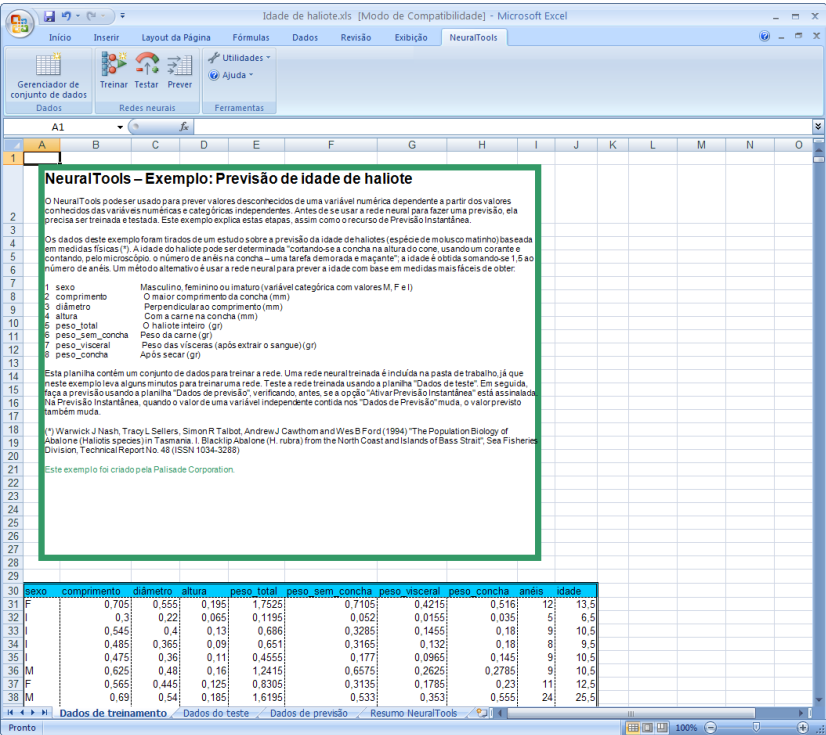
Os ícones a seguir aparecem na faixa de opções do NeuralTools no Excel 2007.

Ícone	Comandos e funções correspondentes
	Definir um conjunto de dados e variáveis, ou editar ou excluir um conjunto de dados e variáveis existentes <i>Comando equivalente: comando Gerenciador de Conjunto de Dados</i>
	Treinar uma rede neural <i>Comando equivalente: comando Treinar</i>
	Testar uma rede neural <i>Comando equivalente: comando Testar</i>
	Prever valores usando uma rede treinada <i>Comando equivalente: comando Prever</i>
	Executar as utilidades da rede neural <i>Comando equivalente: comando Utilidades</i>
	Exibir arquivo de ajuda do NeuralTools <i>Comando equivalente: comando Ajuda</i>

Referência: Comandos de menu do NeuralTools

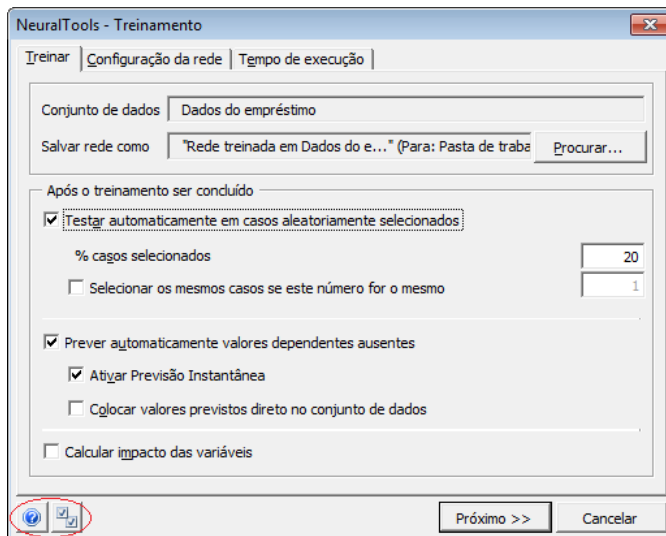
Introdução

Esta seção do Guia de Referência descreve detalhadamente os comandos do NeuralTools apresentados no Excel, no menu do NeuralTools ou na faixa de opções. Os comandos são explicados na ordem em que aparecem no menu, começando pelo Gerenciador do conjunto de dados. Os ícones do NeuralTools podem ser usados para executar vários comandos. A seção **Referência: Ícones do NeuralTools** deste capítulo apresenta os comandos correspondentes a cada ícone do NeuralTools.



Ícones nas caixas de diálogo

Dois ícones podem aparecer nas caixas de diálogo do NeuralTools: o **ícone Ajuda** e o **ícone Configurações da aplicação**. O ícone Ajuda permite acessar rapidamente o tópico da Ajuda relacionado à caixa de diálogo em questão. O ícone Configurações da aplicação abre a caixa de diálogo Configurações da Aplicação onde você pode definir ou editar configurações para relatórios do NeuralTools, bem como as configurações padrão de treinamento, previsão e tempo de execução.



Referência de comandos

Comando Gerenciador de Conjunto de Dados

Permite definir conjuntos de dados e variáveis do NeuralTools, ou editar ou excluir conjuntos de dados e variáveis existentes

O que são conjunto de dados e variáveis?

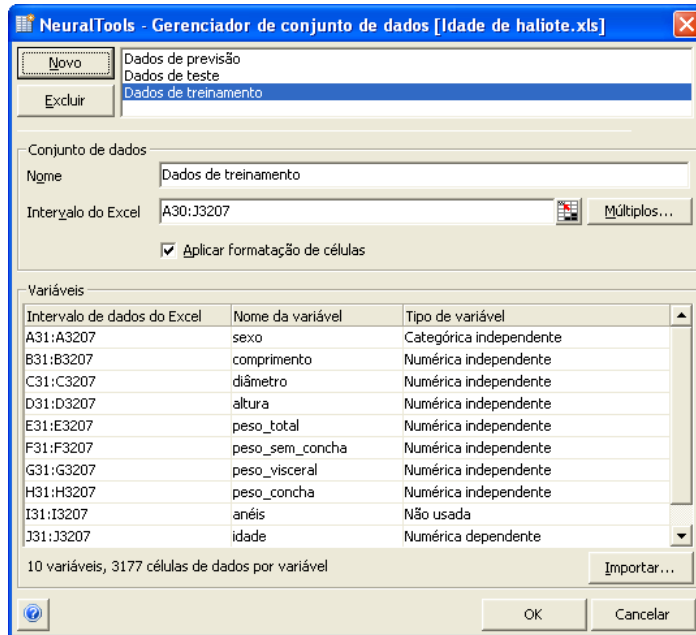
O comando **Gerenciador de Conjunto de Dados** permite definir conjuntos de dados com casos e variáveis. Depois de definidos, os conjuntos de dados podem ser usados para treinamento, teste e previsão de redes neurais. A caixa de diálogo Gerenciador de Conjunto de Dados permite adicionar ou remover conjuntos de dados, atribuir nomes aos mesmos, especificar o layout e atribuir nomes às variáveis de determinado conjunto de dados.

No NeuralTools, os dados são estruturados em torno de casos e variáveis. Você trabalha com um conjunto de dados ou um conjunto de variáveis estatísticas localizadas em colunas contíguas em uma planilha do Excel; os nomes das variáveis encontram-se na primeira linha do conjunto de dados. Cada linha no conjunto de dados é um **caso**. Cada caso contém um conjunto de valores de variáveis independentes e um valor conhecido ou ausente correspondente à variável de output dependente.

Cada variável contida no conjunto de dados tem um nome e um intervalo de células correspondente no Excel. O conjunto de dados pode incluir vários blocos de células, o que permite colocar dados em diferentes planilhas de uma mesma pasta de trabalho.

Durante a definição de um conjunto de dados, o NeuralTools tenta identificar as variáveis contidas em um bloco de células circundante à seleção feita no Excel. Isso pode acelerar e facilitar a configuração de um conjunto de dados, com os nomes de variáveis na linha superior e variáveis dispostas por coluna.

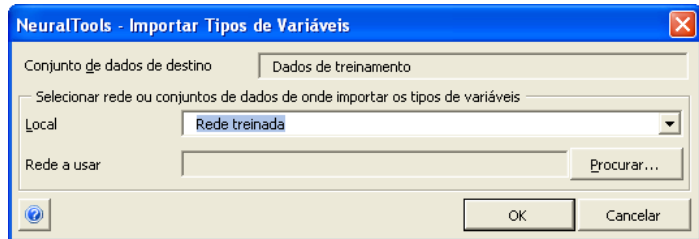
**Caixa de diálogo:
Gerenciador de
conjunto de
dados**



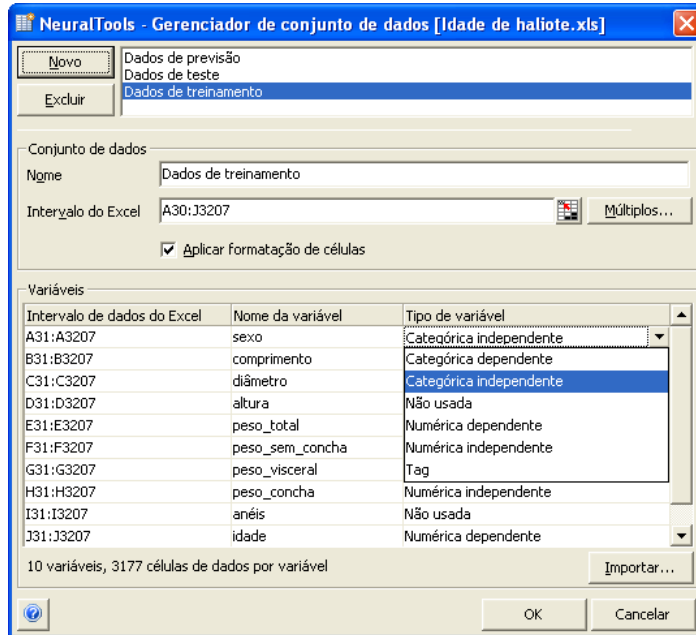
As opções do **Conjunto de dados** na caixa de diálogo Gerenciador do conjunto de dados são:

- **Novo e Excluir** – para adicionar um novo conjunto de dados ou excluir um conjunto existente.
- **Nome** – especifica o nome do conjunto de dados.
- **Intervalo do Excel** – especifica o intervalo do Excel correspondente ao conjunto de dados. Se vários intervalos de células tiverem sido designados a um conjunto de dados, este item será antecedido pelo rótulo **Múltiplos**.
- **Aplicar formatação de células** – acrescenta uma grade e cores que identificam os conjuntos de dados.
- **Múltiplos** – ao clicar no botão **Múltiplos**, na caixa de diálogo Gerenciador de Conjunto de Dados, aparece a caixa de diálogo **Seletor de múltiplos intervalos**, que permite especificar intervalos de células individuais que formam o conjunto de dados com múltiplos intervalos de células.

- **Importar** – permite copiar neste conjunto de dados os tipos de variáveis de um outro conjunto de dados ou de uma rede neural treinada. A caixa de diálogo Importar Tipos de Variáveis permite selecionar o local e a rede para as definições de variáveis.



Cada linha na grade da caixa de diálogo do Gerenciador de Conjunto de Dados contém uma lista das variáveis do conjunto de dados, incluindo o **Intervalo de dados do Excel** com os pontos de dados referentes a uma variável, o **Nome da variável** e o **Tipo de variável**.



As opções de **Tipo de variável** são:

- **Categórica dependente** – é uma variável dependente ou de output cujos valores possíveis são tomados de um conjunto de possíveis categorias como, por exemplo, *Sim* ou *Não*, ou *Vermelho*, *Verde* ou *Azul*.
- **Numérica dependente** – é uma variável dependente ou de output cujos valores possíveis são numéricos.
- **Categórica independente** – é uma variável independente cujos valores possíveis são tomados de um conjunto de possíveis categorias como, por exemplo, *Sim* ou *Não*, ou *Vermelho*, *Verde* ou *Azul*.
- **Numérica independente** – é uma variável independente cujos valores possíveis são numéricos.

**Mais informações
sobre variáveis
tag**

- **Tag** – é uma variável que assume possíveis valores de “treinamento”, “teste” ou “previsão”. Esse tipo de variável é usado para identificar casos de um conjunto de dados a serem usados para treinamento, teste e previsão.
- **Não usada** – é uma variável de um conjunto de dados que não será usada na rede neural.

As **variáveis tag** são um tipo especial de variável de um conjunto de dados do NeuralTools, e são usadas para identificar casos de um conjunto de dados a serem usado para treinamento, teste e previsão. Essas variáveis são especialmente úteis quando se deseja incluir todos os dados (a serem usados no treinamento, teste e previsões da rede) em um único conjunto de dados. Quando se tem uma variável tag, o NeuralTools seleciona os casos a serem usados para o treinamento, teste ou previsão com base no valor dessa variável. Mudando os valores da variável tag é possível retrainar a rede usando diferentes casos e avaliando as mudanças correspondentes no desempenho. Você também pode acrescentar novos casos com valores desconhecidos de variáveis dependentes a um conjunto de dados e designá-los para que sejam previstos usando a guia “Prever”. A variável tag pode assumir somente três valores:

- **Treinamento** – especifica que o caso será usado para treinamento
- **Teste** – especifica que o caso será usado para teste
- **Previsão** – especifica que o caso será usado para previsão

Nota: quando há uma variável tag no conjunto de dados, as opções na caixa de diálogo Treinamento mudam. Veja o comando Treinamento para obter mais informações.

Capacidade em termos de conjunto de dados e variáveis

O NeuralTools tem capacidade para processar, em uma mesma sessão:

- Até 256 conjuntos de dados contidos em uma mesma pasta de trabalho.
- Até 16384 variáveis para cada conjunto de dados do Excel 2007 (256 variáveis nas versões anteriores). Todos os dados usados em um conjunto de dados precisam estar na mesma pasta de trabalho.
- O número de pontos de dados por variável e de casos por conjunto de dados limita-se somente à memória disponível no Excel 2007 (16.277.216 pontos de dados nas versões anteriores do Excel).

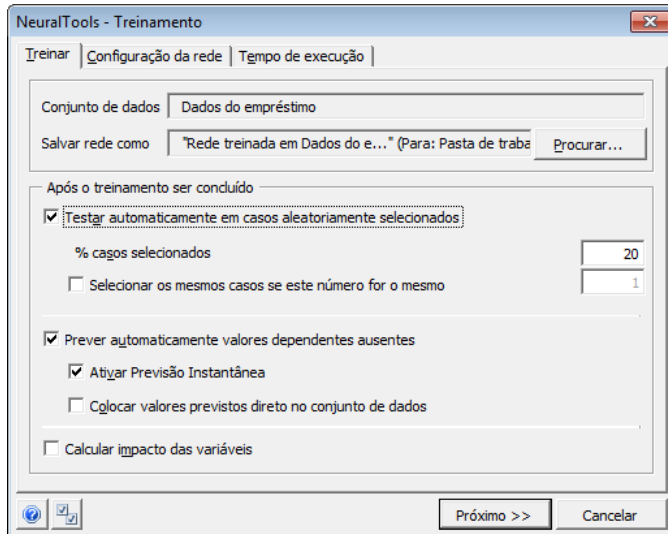
A capacidade efetiva no que se refere aos dados pode ser inferior à indicadas acima, dependendo da configuração do sistema e da versão do Excel que está sendo usada. As limitações de memória do Excel também podem afetar a capacidade em termos do volume de dados.

Nota: a caixa de diálogo Gerenciador do conjunto de dados relaciona todos os conjuntos de dados e variáveis contidos na pasta de trabalho ativa (ou seja, a pasta de trabalho indicada na legenda da caixa de diálogo). Para incluir na lista conjuntos de dados contidos em outras pasta de trabalho, ative a pasta de trabalho desejada no Excel e exiba a caixa de diálogo Gerenciador de Conjunto de Dados.

Comando Treinar

Especifica as definições para o treinamento de uma rede neural e executa o treinamento.

O comando **Treinar** permite 1) especificar as definições a serem usadas pelo NeuralTools no treinamento de uma rede neural e 2) iniciar o treinamento da rede.



Guia: **Treinamento**

A guia **Treinar** na caixa de diálogo Treinamento especifica as opções gerais para o treinamento de uma rede neural. Ela inclui:

- **Conjunto de Dados** – mostra o conjunto de dados a ser usado para treinar a rede neural. Este conjunto de dados deve ser definido por meio do Gerenciador do conjunto de dados e deve constar na planilha ativa.
- **Salvar rede como** – especifica o nome e local da rede neural a ser treinada. As redes neurais podem ser salvas em uma pasta de trabalho do Excel ou em um arquivo em disco. Clique em **Procurar...** para mudar o nome ou o local indicado.



Você também pode incluir um nome e uma descrição da rede neural a ser salva.

As opções **Após o treinamento ser concluído** permitem testar e prever automaticamente usando a rede treinada após o treinamento. Isso pode ser feito quando os dados a serem testados e previstos se encontram no mesmo conjunto de dados que os dados de treinamento.

- **Testar automaticamente em casos aleatoriamente selecionados** específica:
 - 1) a porcentagem dos casos no conjunto de dados que será “excluída” do treinamento para poder ser usada nos testes;
 - 2) casos em que a variável Tag = “testar” será usada para testes. Variável tag é um tipo de variável conforme especificada no Gerenciador do conjunto de dados.
- **Selecionar os mesmos casos se este número for o mesmo** – determinar que os mesmos casos devem ser usados nos testes, ao efetuar o treinamento diversas vezes. Isso pode ser útil ao comparar tipos diferentes de redes neurais, para eliminar a variabilidade relacionada a diferentes seleções de casos de testes. Se a caixa de seleção estiver assinalada, pode-se inserir um número; um número fixo corresponde a uma seleção fixa de casos de teste (o número é uma "semente geradora de número aleatório").

Observe que a Busca da Melhor Rede usa uma seleção fixa de casos de teste para comparar múltiplas redes, quer esta caixa de seleção esteja assinalada ou não.

- **Prever automaticamente valores dependentes ausentes** especifica que a rede treinada será usada para prever valores de variáveis dependentes para:
 - 1) casos em que o valor de uma variável dependente está faltando; ou
 - 2) casos em que variável Tag = “prever”. Variável tag é um tipo de variável conforme especificada no Gerenciador do conjunto de dados.
- **Ativar Previsão ao Vivo** – especifica que o NeuralTools colocará fórmulas nas células em que os valores de variáveis dependentes previstos são mostrados para calcular os valores previstos. Para obter mais informações sobre a Previsão ao Vivo, veja o comando Prever, neste capítulo.
- **Calcular impacto das variáveis** – especifica que o NeuralTools calculará o impacto relativo de cada variável independente no conjunto de dados de treinamento ao estabelecer as previsões calculadas pela rede.

O que é análise de impacto de variáveis?

A finalidade da análise do **Impacto de variáveis** é medir a sensibilidade das previsões da rede a mudanças nas variáveis independentes. Esta análise é feita somente para os dados de treinamento. Como resultado da análise, é atribuído um valor de “Impacto relativo da variável” a cada variável independente. Esses valores são percentuais e sua soma total é 100%. Quanto mais baixo o valor de uma determinada variável, menor o seu efeito sobre as previsões. Os resultados da análise podem auxiliar na seleção de um novo conjunto de variáveis independentes, ou seja, um conjunto que produzirá previsões mais exatas. Por exemplo, uma variável com baixo valor de impacto pode ser eliminada em favor de uma nova variável. Contudo, é necessário estar ciente de que os resultados da Análise de Impacto são relativos a uma determinada rede. O fato de uma rede “ter aprendido” a ignorar uma determinada variável torna provável que outra rede também aprenderá a ignorá-la, porém, uma outra sessão de treinamento com outro tipo de rede poderia “descobrir” como essa variável pode ter uma contribuição importante para obter previsões exatas. Em conjuntos de dados com menor quantidade de casos e/ou maior quantidade de variáveis, as diferenças no impacto relativo das variáveis entre as redes treinadas podem ser mais pronunciadas.

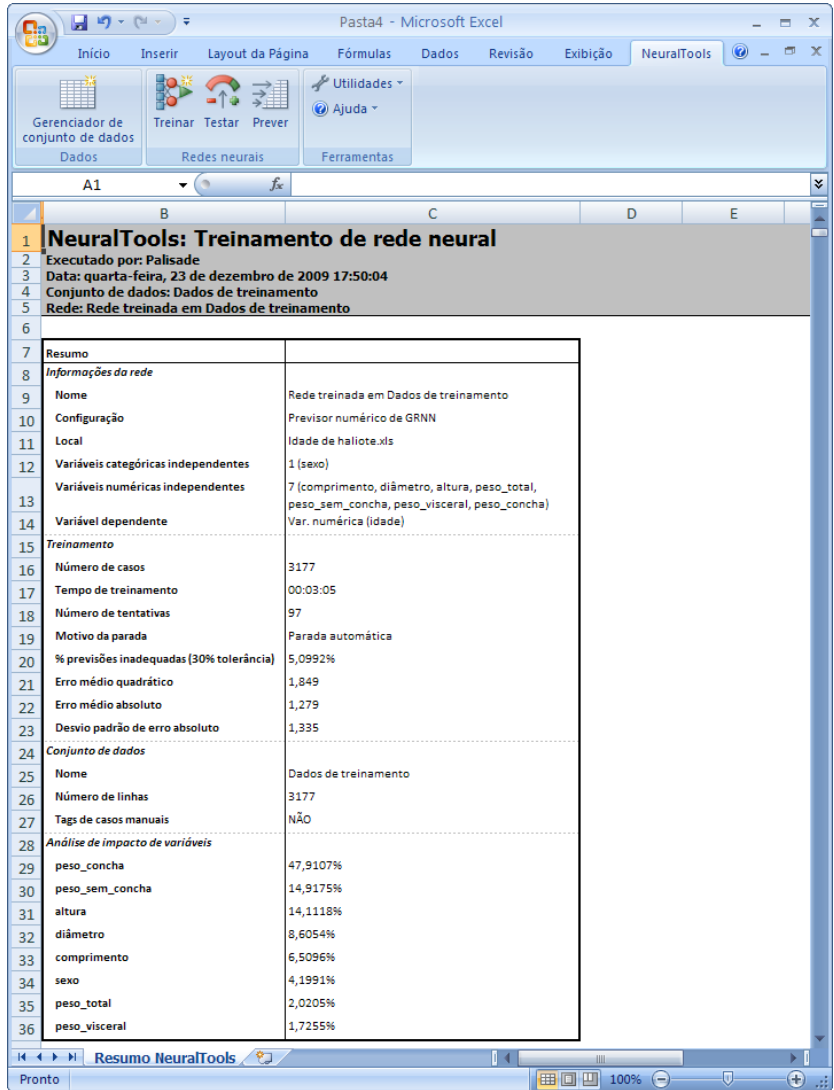
É importante lembrar que esses valores são “relativos”. Suponha que haja duas variáveis independentes: uma para a qual foi atribuído o valor de 99% e a outra com o valor de 1%. Isso significa que a segunda variável é muito menos importante que a primeira, porém não significa que ela seja desprezível, principalmente quando se desejam previsões de alta exatidão.

Outros aspectos importantes da análise de impacto de variáveis:

- 1) Somente o conjunto de dados de treinamento é incluído na análise. (Se forem usados os recursos de Teste Automático e Previsão Automática, os respectivos casos não serão incluídos. Isso se dá porque eles poderiam ter valores numéricos fora do intervalo de treinamento, podendo tornar os resultados da análise mais imprevisíveis.)
- 2) No que se refere a uma dada variável categórica independente, em cada caso a análise percorre todas as categorias válidas para a variável em questão e mede a mudança no valor previsto. (Na previsão de categoria, não há valor numérico previsto, mas há outputs numéricos brutos da rede nos quais a previsão da categoria é baseada; esses outputs numéricos são usados pela análise.)
- 3) No que se refere a uma dada variável numérica independente, em cada caso a análise percorre o intervalo do valor mínimo ao valor máximo da variável, medindo a mudança no valor previsto (ou, no caso de uma previsão de categoria, a mudança nos outputs numéricos brutos).

A finalidade da análise de impacto da variável não é apoiar conclusões definitivas como afirmar, com elevada confiança, que uma determinada variável é irrelevante. Em vez disso, ela tem o propósito de ajudar na busca do melhor conjunto de variáveis independentes: os resultados da análise podem informar que uma determinada variável parece irrelevante, a ponto de valer a pena treinar uma rede sem essa variável.

Os resultados da análise de impacto de variáveis são exibidos no relatório Resumo de Treinamento:

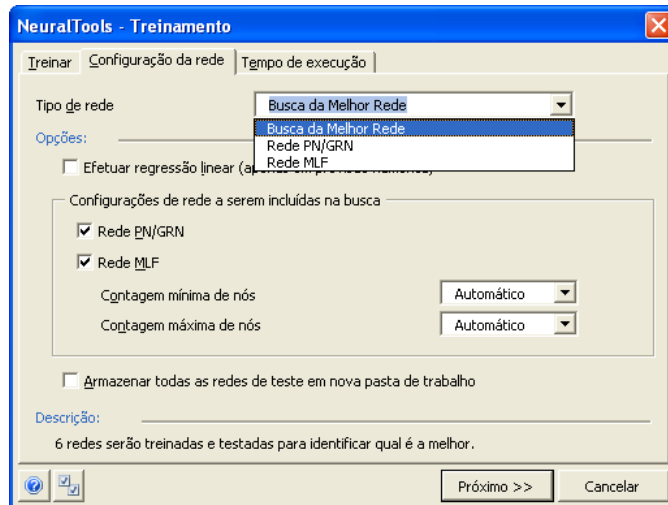


NeuralTools: Treinamento de rede neural	
Executado por: Palisade	
Data: quarta-feira, 23 de dezembro de 2009 17:50:04	
Conjunto de dados: Dados de treinamento	
Rede: Rede treinada em Dados de treinamento	
Resumo	
<i>Informações da rede</i>	
Nome	Rede treinada em Dados de treinamento
Configuração	Previsor numérico de GRNN
Local	Idade de haliote.xls
Variáveis categóricas independentes	1 (sexo)
Variáveis numéricas independentes	7 (comprimento, diâmetro, altura, peso_total, peso_sem_concha, peso_visceral, peso_concha)
Variável dependente	Var. numérica (idade)
Treinamento	
Número de casos	3177
Tempo de treinamento	00:03:05
Número de tentativas	97
Motivo da parada	Parada automática
% previsões inadequadas (30% tolerância)	5,0992%
Erro médio quadrático	1,849
Erro médio absoluto	1,279
Desvio padrão de erro absoluto	1,335
Conjunto de dados	
Nome	Dados de treinamento
Número de linhas	3177
Tags de casos manuais	NÃO
Análise de impacto de variáveis	
peso_concha	47,9107%
peso_sem_concha	14,9175%
altura	14,1118%
diâmetro	8,6054%
comprimento	6,5096%
sexo	4,1991%
peso_total	2,0205%
peso_visceral	1,7255%

**Guia:
Configuração
da rede**

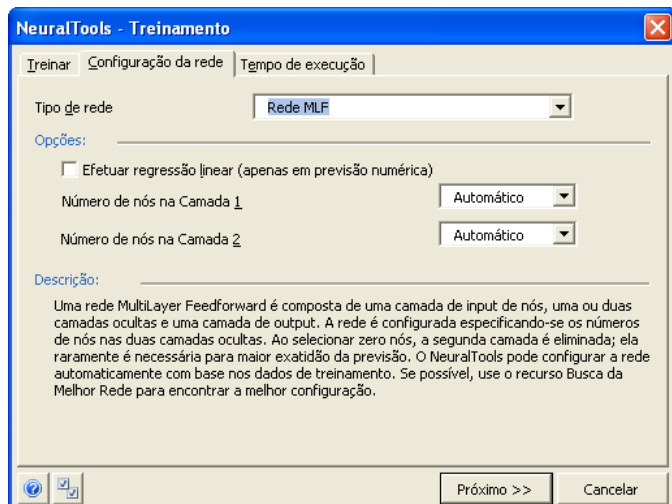
A guia **Configuração da rede**, na caixa de diálogo Treinamento, permite selecionar o tipo de rede neural que será treinada usando os seus dados. Você pode selecionar uma configuração de rede específica ou a busca da **Melhor Rede** e, neste caso, o NeuralTools testa uma variedade de possíveis configurações até identificar a que apresenta o melhor desempenho.

O NeuralTools aceita diferentes configurações de redes neurais para oferecer as melhores previsões possíveis. Há dois tipos de redes disponíveis para a previsão de classificação/categoria: **Redes Neurais Probabilísticas (PNN)** e **Rede Multi-Layer Feedforward (MLF)**. A previsão numérica pode ser realizada usando redes MLF, assim como Redes Neurais de Regressão Generalizada (GRNN), que são estreitamente relacionadas às redes PNN. Para obter mais informações sobre os aspectos técnicos das configurações de rede disponíveis, veja a seção **Mais informações sobre redes neurais**.



A guia **Configuração da rede** inclui:

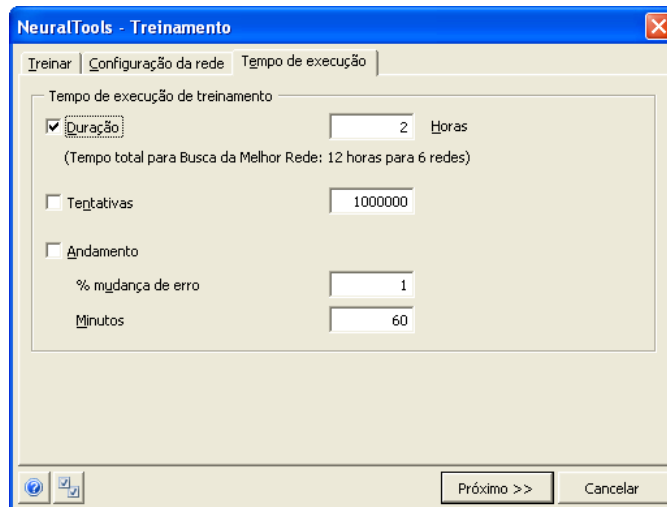
- **Tipo de rede** – seleciona o tipo de rede a ser usado no treinamento ou a busca da Melhor Rede. A guia **Opções** da configuração de rede muda dependendo do tipo de rede selecionada. Tipos de rede disponíveis:
 - 1) **Busca da Melhor Rede.** Na Busca da Melhor Rede, o NeuralTools testa todas as configurações de rede selecionadas, inclusive as redes PNN/GRNN e MLFN com número de nós dentro do intervalo mínimo-máximo especificado. A configuração para o melhor desempenho dos seus dados é identificada com base no erro obtido nos dados de teste. Se for selecionada a opção **Armazenar todas as redes de teste em nova pasta de trabalho**, você poderá carregar individualmente cada rede testada (independentemente de ter sido a rede com melhor desempenho) de uma pasta de trabalho e usá-la para previsão depois de realizar o treinamento; será gerado um Relatório Resumido completo do teste de cada rede.
 - 2) **Rede PNN/GRNN.** Esses tipos de rede não exigem a seleção de opções adicionais para o treinamento; por este motivo, essa configuração é padrão durante a instalação do NeuralTools. Se os seus dados tiverem valores de output numéricos, será feito o treinamento de uma rede GRNN; no caso de dados com valores de output categóricos, será treinada uma rede PNN.
 - 3) **Rede MLFN.** A Rede Multi-Layer Feedforward (MLFN) tem uma ou duas camadas de nós ocultas.



Ao selecionar zero nós para a segunda camada, ela é eliminada. A forma mais confiável de encontrar a melhor configuração de uma rede MLFN é usar a opção Busca da Melhor Rede, em vez de treinar uma única rede MLFN. Se não houver tempo suficiente para a Busca da Melhor Rede, recomendamos deixar os valores “Número de nós” como “Automático”.

Guia: Tempo de execução

A guia **Tempo de execução**, na caixa de diálogo Treinamento, permite especificar as condições de parada do treinamento. Se não forem selecionadas condições de parada, o treinamento será encerrado em determinado momento. Esse intervalo de tempo é relativamente curto no caso de redes PNN/GRNN e bem mais longo no caso de redes MLF. Uma alternativa possível é não selecionar as condições de parada e clicar no botão Parar, na caixa de diálogo do andamento do treinamento, quando não houver mais tempo para o treinamento. Com a Busca da Melhor Rede, é necessário definir o tempo limite para o treinamento de uma rede individual, para que o algoritmo de busca não gaste muito tempo em uma única configuração. As três condições de parada podem ser combinadas, assim o NeuralTools pára quando ocorre uma das condições.



As opções de Tempo de Execução de Treinamento são:

- **Duração** – especifica um tempo limite fixo para o treinamento de uma rede individual. O treinamento pode ser suspenso antes de decorrido o tempo especificado, o que ocorre assim que o algoritmo conclui que é improvável que continue a haver melhora. Se for usada a Busca da Melhor Rede, cada configuração de rede testada será treinada durante o tempo especificado.

- **Tentativas** – especifica que o NeuralTools não executará mais do que o número de tentativas especificado. No caso de redes Multi-Layer Feedforward, “tentativa” é uma atribuição simples de “pesos” às conexões entre neurônios; o treinamento consiste na busca inteligente dos pesos que produzirão os melhores resultados. No caso de Rede Neural Probabilística e Rede Neural de Regressão Generalizada, tentativa é uma atribuição de “fatores de suavização” às variáveis. O treinamento consiste na busca dos melhores fatores de suavização.
- **Andamento** – especifica que o NeuralTools parará se não puder melhorar a estatística de erros pelo menos na porcentagem especificada dentro do intervalo de tempo definido.

Caixa de diálogo:
Visão geral de
treinamento

A caixa de diálogo Visão Geral de Treinamento mostra, antes do início do treinamento, a configuração de treinamento da rede atual e todos os erros detectados nos dados a serem usados. Confira nesta caixa todas as pressuposições de treinamento que você selecionou, segundo informadas pelo NeuralTools. A seção de **Erros e avisos** apresenta uma descrição de todos os problemas que o NeuralTools detectou com relação aos dados ou configurações, e que podem ser corrigidos antes de iniciar o treinamento, para não perder tempo.

NeuralTools - Visão Geral de Treinamento

Configurações do treinamento	Informações do conjunto de dados
Local da rede: Pasta de trabalho ativa	Nome: Dados de treinamento
Testar automaticamente: NÃO	Tags de casos manuais: NÃO
Prever automaticamente: NÃO	Número de linhas: 3177
Relatórios: Resumo - SIM, Detalhado - NÃO	Número de casos de treinamento válidos
Config. da rede: GRNN	
Tempo máx. de treinamento: 2 horas	

Variáveis	Variável categórica independente
CAT: sexo (F, I, M)	3 categorias:
NUM: comprimento	F
NUM: diâmetro	I
NUM: altura	M
NUM: peso_total	
NUM: peso_sem_concha	

Erros e avisos

AVISO: Rede a remover: "Rede treinada em Dados de treinamento"

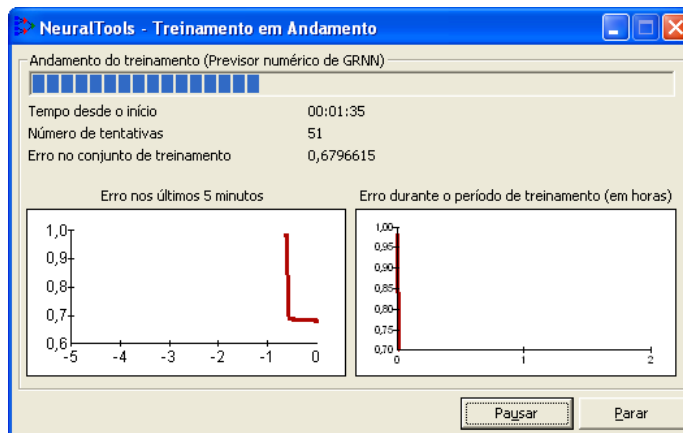
A rede denominada "Rede treinada em Dados de treinamento" será removida da pasta de trabalho ativa.

Treinar << Voltar Cancelar

**Janela:
Andamento do
treinamento**

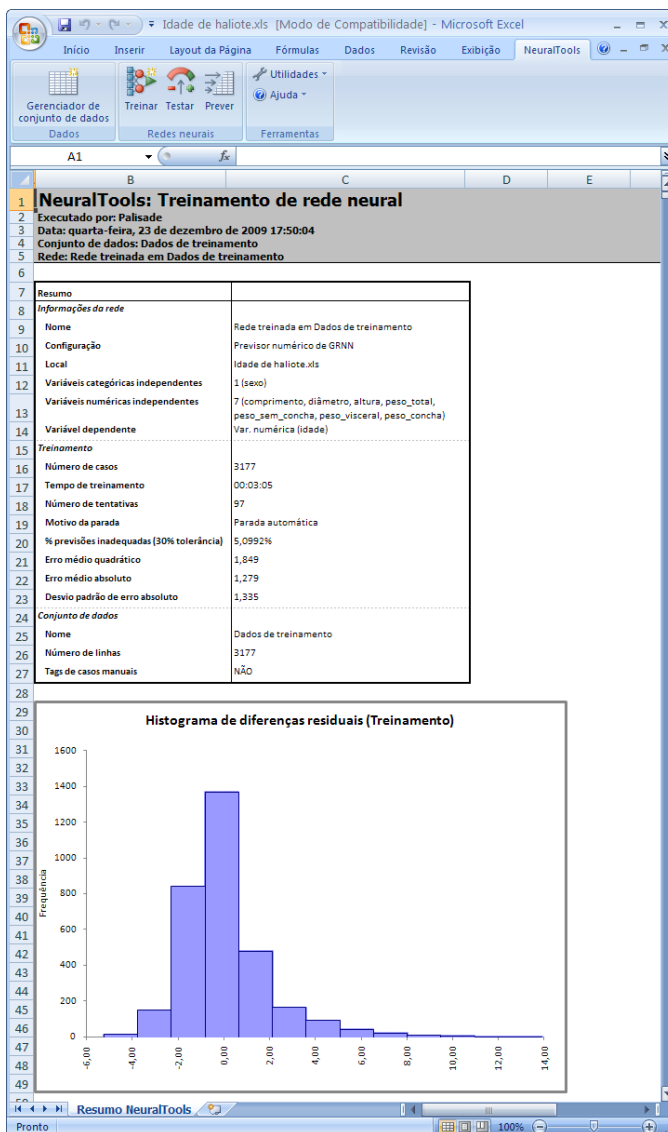
A janela Andamento do treinamento informa o status do treinamento da rede durante a execução. O gráfico apresenta detalhes do desempenho do NeuralTools em melhorar a rede e reduzir o erro relatado.

A janela de andamento do treinamento informa sobre erros nos dados de treinamento. A observação de mudanças nestes valores não deve levar a nenhuma conclusão direta sobre a qualidade das previsões que a rede fará com relação aos casos que não foram usados no treinamento. Esse tipo de conclusão deve se basear no erro obtido nos dados de teste. Observe, ainda, que na previsão numérica, o erro indicado na janela de andamento é o erro médio quadrático baseado em dados em escala (veja mais informações sobre escalas na seção “Transformação de input”). Na previsão categórica, o erro indicado é baseado na representação numérica dos dados de categoria.



Após o treinamento, podem ser criados relatórios resumidos e detalhados. Esses relatórios detalham o desempenho da rede neural treinada. O conteúdo efetivo dos relatórios gerados é especificado na caixa de diálogo Configurações da aplicação, abaixo das configurações de Relatórios a Gerar e Colunas nos Relatórios Detalhados.

- **Relatório resumido de treinamento** – o relatório resumido de treinamento contém estatísticas e gráficos relacionados ao desempenho da rede neural treinada.



Para a previsão de classificação/categoria, as principais estatísticas e gráficos contidos no relatório resumido de treinamento são:

- 1) **% previsões inadequadas** – porcentagem dos casos em que a categoria prevista não corresponde à categoria efetiva.
- 2) **Probabilidade média incorreta** (disponível somente em redes PNN) – em cada caso, o NeuralTools calcula a probabilidade de categorias incorretas, que é a soma das probabilidades atribuídas pela rede PNN às categorias incorretas. Por exemplo, se em determinado caso a rede atribuir uma probabilidade de 30% ao vermelho, 20% ao amarelo e 50% ao verde, e se soubermos que a resposta correta é vermelho, então o valor para o caso em questão é $20\% + 50\% = 70\%$. Esse valor fornece uma medida de erro da previsão de categoria para cada caso individual, correspondendo ao Erro Residual da previsão numérica. “Probabilidade média incorreta” é o valor médio de erro correspondente a todos os casos. Os Relatórios Detalhados mostram a Probabilidade Incorreta para cada caso individual. Para compreender melhor este conceito, pode ser útil mudar as definições do Relatório Detalhado de modo a mostrar as probabilidades atribuídas por uma Rede Neural Probabilística a cada categoria possível de uma variável dependente. Para fazer isso, selecione **Configurações da aplicação** no menu **Utilidades** e clique no menu suspenso, à direita da linha **Colunas nos Relatórios Detalhados**. Será exibida a caixa de diálogo **NeuralTools – Colunas a Exibir em Relatórios Detalhados**. Nessa caixa de diálogo, selecione **Probabilidades de todas as categorias (para PNN)** para os testes. A seguir, treine uma rede PN com um conjunto de dados que contenha no mínimo 3 categorias na variável dependente (pode ser usado o arquivo de exemplo Crédito automóvel.xls) e com a opção **Testar automaticamente** selecionada. No Relatório Detalhado resultante, observe como os valores na coluna **%Incorreta** se relacionam às probabilidades atribuídas a cada categoria possível; %Incorreta é a soma das probabilidades de todas as categorias incorretas.
- 3) **Matriz de classificação** – compara as categorias efetivas às categorias previstas de cada categoria. Por exemplo, a matriz de classificação pode revelar que uma rede detecta corretamente uma condição médica em pacientes portadores de determinada condição, mas que a rede tem a tendência de emitir alarmes falsos no caso de pacientes saudáveis.

- 4) **Impactos das variáveis** – (quando selecionado) exibe o impacto relativo das variáveis independentes nas respostas previstas.
- 5) **Histograma de probabilidade de categorias incorretas** (disponível somente para redes PNN) – veja em “Probabilidade média incorreta”, acima, uma explicação sobre “Probabilidade de categorias incorretas”.

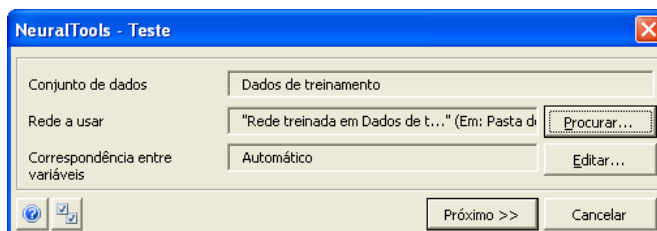
Para a previsão numérica, as principais estatísticas e gráficos do relatório resumido de treinamento incluem:

- 1) **% previsões inadequadas** – uma previsão é considerada “inválida” se estiver fora da margem definida em torno do valor efetivo; a amplitude da margem é definida pela configuração de ‘Tolerância adequada/inadequada (Treinamento)’ na caixa de diálogo Configurações da aplicação
- 2) **Erro médio quadrático** – medida do desvio das previsões em relação ao valor efetivo (calculada como a raiz quadrada do desvio quadrático médio).
- 3) **Erro médio absoluto** – desvio médio das previsões em relação aos valores efetivos.
- 4) **Impactos das variáveis** – (quando selecionado) exibe o impacto relativo das variáveis independentes nas respostas previstas.
- 5) **Histograma de residuais** – “residual” é a diferença entre o valor efetivo e o valor previsto.
- 6) **Gráficos de dispersão** que mostram as relações entre os valores efetivos, previstos e residuais.

Comando Testar

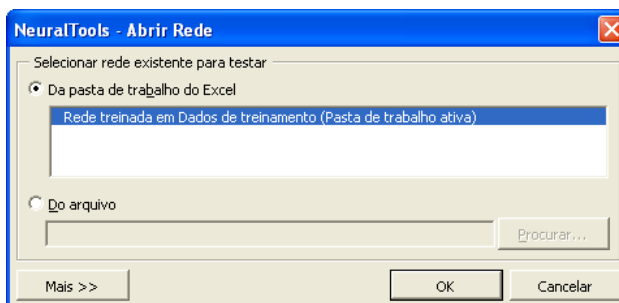
Especifica as definições para o treinamento de uma rede neural e executa o teste.

O comando **Teste** permite 1) especificar as definições a serem usadas para o teste de uma rede neural e 2) iniciar o teste.



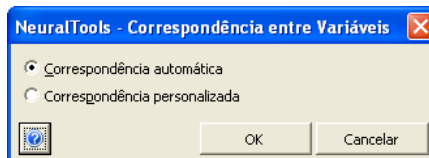
Os dados de teste geralmente são dados com valores conhecidos de output que não foram usados no treinamento da rede. As opções da caixa de diálogo Teste incluem:

- **Conjunto de dados** – mostra o conjunto de dados a ser usado para testar a rede neural treinada. Este conjunto de dados precisa ser definido por meio do Gerenciador do conjunto de dados e constar na planilha ativa.
- **Rede a usar** – especifica o nome e o local da rede neural a ser testada. As redes neurais podem ser salvas em uma pasta de trabalho do Excel ou em um arquivo em disco. Clique em **Procurar...** para mudar o nome ou o local indicado.



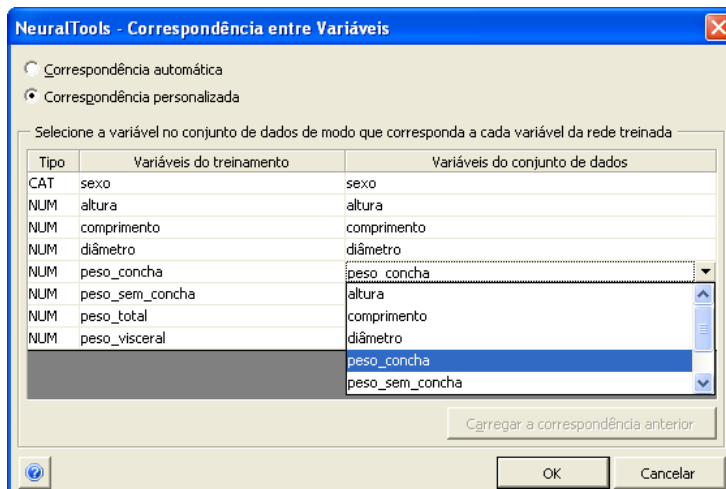
Correspondência entre variáveis

Correspondência entre variáveis especifica como será estabelecida a correspondência entre as variáveis do conjunto de dados a ser testado e as variáveis do conjunto de dados usado para treinar a rede.



Há duas opções possíveis de correspondência entre variáveis:

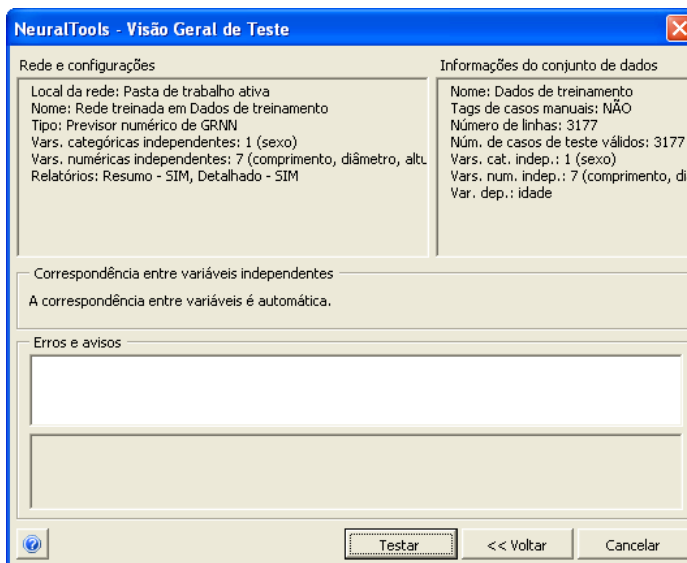
- 1) **Correspondência automática.** É estabelecida a correspondência entre os nomes das variáveis do conjunto de dados de teste e os das variáveis do conjunto de dados da rede treinada. Os tipos de variáveis são definidos baseados nessa correspondência.
- 2) **Correspondência personalizada.** A correspondência personalizada permite estabelecer individualmente a correspondência entre as variáveis do conjunto do dados de teste e as do conjunto de dados da rede treinada. Isso é feito quando os nomes das variáveis dos dois conjuntos de dados são diferentes ou quando se desejam atribuições diferentes.



A caixa de diálogo Correspondência entre Variáveis apresenta uma lista dos nomes das variáveis de cada conjunto, para que se possa estabelecer a correspondência. A correspondência só pode ser estabelecida entre variáveis do mesmo tipo. Cada vez que é estabelecida uma correspondência, as atribuições feitas são armazenadas com o conjunto de dados. Ao clicar em **Carregar a correspondência anterior**, você pode ver as correspondências feitas anteriormente e acessar um conjunto de atribuições anteriores para o conjunto de dados.

Caixa de diálogo:
Visão geral de
teste

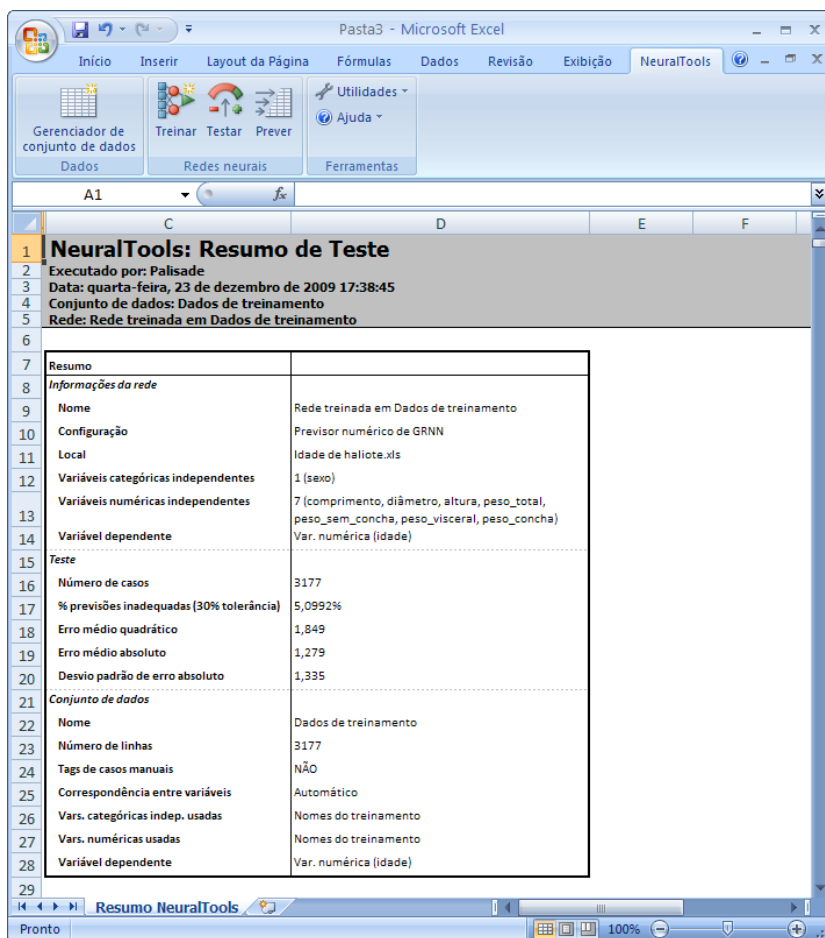
A caixa de diálogo Visão Geral de Teste mostra, antes do início do treinamento, a configuração de treinamento da rede atual e todos os erros detectados nos dados a serem usados. Confira nesta caixa todas as pressuposições de teste que você selecionou, segundo informadas pelo NeuralTools. A seção de **Erros e avisos** apresenta uma descrição de todos os problemas que o NeuralTools detectou com relação aos dados que podem ser corrigidos antes de iniciar o teste.



Relatórios de teste

Após o teste, podem ser criados relatórios resumidos e detalhados. Esses relatórios detalham o desempenho da rede neural treinada com o conjunto de dados usado no teste. O conteúdo efetivo dos relatórios gerados é especificado na caixa de diálogo **Configurações da aplicação**, abaixo das configurações de **Relatórios a Gerar e Colunas nos Relatórios Detalhados**. O relatório detalhado é especialmente útil ao efetuar testes, porque indica como foi o desempenho da rede treinada na previsão dos valores individuais de output com o conjunto de dados testados.

- **Relatório resumido de teste** – o relatório resumido de teste fornece estatísticas e gráficos sobre o desempenho da rede neural treinada com o conjunto de dados de teste.



	C	D	E	F
1	NeuralTools: Resumo de Teste			
2	Executado por: Palisade			
3	Data: quarta-feira, 23 de dezembro de 2009 17:38:45			
4	Conjunto de dados: Dados de treinamento			
5	Rede: Rede treinada em Dados de treinamento			
6				
7	Resumo			
8	Informações da rede			
9	Nome	Rede treinada em Dados de treinamento		
10	Configuração	Previsor numérico de GRNN		
11	Local	Idade de haliote.xls		
12	Variáveis categóricas independentes	1 (sexo)		
13	Variáveis numéricas independentes	7 (comprimento, diâmetro, altura, peso_total, peso_sem_concha, peso_visceral, peso_concha)		
14	Variável dependente	Var. numérica (idade)		
15	Teste			
16	Número de casos	3177		
17	% previsões inadequadas (30% tolerância)	5,0992%		
18	Erro médio quadrático	1,849		
19	Erro médio absoluto	1,279		
20	Desvio padrão de erro absoluto	1,335		
21	Conjunto de dados			
22	Nome	Dados de treinamento		
23	Número de linhas	3177		
24	Tags de casos manuais	NÃO		
25	Correspondência entre variáveis	Automático		
26	Vars. categóricas indep. usadas	Nomes do treinamento		
27	Vars. numéricas usadas	Nomes do treinamento		
28	Variável dependente	Var. numérica (idade)		
29				

Para a previsão de categoria as principais estatísticas e gráficos no relatório resumido de teste são:

- 1) **% previsões inválidas** – porcentagem dos casos em que a categoria prevista não corresponde à categoria efetiva.
- 2) **Probabilidade média incorreta** (disponível somente em redes PNN) – em cada caso, o NeuralTools calcula a probabilidade de categorias incorretas, que é a soma das probabilidades atribuídas pela rede PNN às categorias incorretas. Por exemplo, se em determinado caso a rede atribuir uma probabilidade de 30% ao vermelho, 20% ao amarelo e 50% ao verde, e se soubermos que a resposta correta é vermelho, então o valor para o caso em questão é $20\% + 50\% = 70\%$. Esse valor fornece uma medida de erro da previsão de categoria para cada caso individual, correspondendo ao Erro Residual da previsão numérica. “Probabilidade média incorreta” é o valor médio de erro correspondente a todos os casos.

Os Relatórios Detalhados mostram a Probabilidade Incorreta para cada caso individual. Para compreender melhor este conceito, pode ser útil mudar as definições do Relatório Detalhado de modo a mostrar as probabilidades atribuídas por uma Rede Neural Probabilística a cada categoria possível de uma variável dependente. Para fazer isso, selecione **Configurações da aplicação** no menu **Utilidades** e clique no menu suspenso, à direita da linha **Colunas nos Relatórios Detalhados**. Será exibida a caixa de diálogo **NeuralTools – Colunas a Exibir em Relatórios Detalhados**. Nessa caixa de diálogo, selecione **Probabilidades de todas as categorias (para PNN)** para os testes. A seguir, treine uma rede PN com um conjunto de dados que contenha no mínimo 3 categorias na variável dependente (pode ser usado o arquivo do exemplo Crédito automóvel.xls) e com a opção **Testar automaticamente** selecionada. No Relatório Detalhado resultante, observe como os valores na coluna **%Incorreta** se relacionam às probabilidades atribuídas a cada categoria possível; %Incorreta é a soma das probabilidades de todas as categorias incorretas.

- 3) **Matriz de Classificação** – compara as categorias efetivas às categorias previstas de cada categoria. Por exemplo, a matriz de classificação pode revelar que uma rede detecta corretamente uma condição médica em pacientes portadores de determinada condição, mas que a rede tem a tendência de emitir alarmes falsos no caso de pacientes saudáveis.

- 4) **Histograma de probabilidade de categorias incorretas** (disponível somente para redes PNN) – veja em “Probabilidade média incorreta”, acima, uma explicação sobre “Probabilidade de categorias incorretas”.

Para a previsão numérica as principais estatísticas e gráficos do relatório resumido de teste incluem:

- 1) **% previsões inadequadas** – uma previsão é considerada “inválida” se estiver fora da margem definida em torno do valor efetivo; a amplitude da margem é definida pela configuração de ‘Tolerância adequada/inadequada (Teste)’ na caixa de diálogo Configurações da aplicação.
- 2) **Erro médio quadrático** – medida do desvio das previsões em relação ao valor efetivo (calculada como a raiz quadrada do desvio quadrático médio).
- 3) **Erro médio absoluto** – desvio médio das previsões em relação aos valores efetivos.
- 4) **Histograma de residuais** – “residual” é a diferença entre o valor efetivo e o previsto.
- 5) **Gráficos de dispersão** que mostram as relações entre os valores efetivos, previstos e residuais.

- **Relatório Detalhado de Teste.** Esse relatório se encontra próximo ao conjunto de dados do teste e indica como foi o desempenho da rede treinada na previsão dos valores individuais de output com esse conjunto.

</

No Relatório Detalhado de Teste, as previsões são marcadas como “Adequadas” ou “Inadequadas”, de acordo com o nível de tolerância definido na caixa de diálogo “Configurações da aplicação”. Ao executar vários testes, você pode acrescentar Relatórios Detalhados em novas colunas à direita do conjunto de dados de teste, para poder ver como as previsões mudam em cada caso individual à medida que novas redes são testadas.

Resumos rápidos em relatórios detalhados

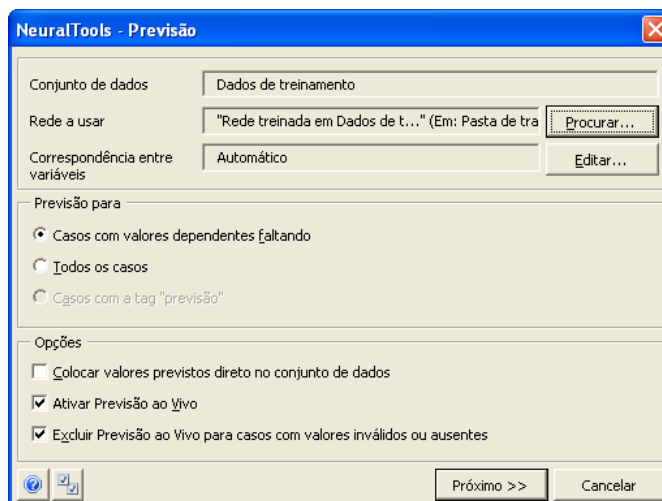
Uma janela tipo pop-up do Excel, com um comentário, oferece rápido acesso às informações do Relatório Resumido durante o exame de um Relatório Detalhado. Basta rolar o mouse sobre o cabeçalho do relatório e o comentário será exibido. Nota: para serem exibidos, os comentários devem ser ativados na guia **Exibir da caixa de diálogo Opções do comando Ferramentas do Excel**.

	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
25																
26																
27																
28																
29																
30																
31		0.7105	0.4215	0.516	12	13.5	testar	14.29	Adequada		-0.79					
32		0.052	0.0155	0.035	5	6.5	testar	7.46	Adequada		-0.96					
33		0.3285	0.1455	0.18	9	10.5	testar	10.38	Adequada		0.12					
34		0.3165	0.132	0.18	8	9.5	testar	10.04	Adequada		-0.54					
35		0.177	0.0965	0.145	9	10.5	testar	10.16	Adequada		0.34					
36		0.6575	0.2625	0.2785	9	10.5	testar	11.11	Adequada		-0.61					
37		0.3135	0.1785	0.23	11	12.5	testar	12.21	Adequada		0.29					
38		0.533	0.353	0.555	24	25.5	testar	24.43	Adequada		1.07					
39		0.2205	0.0835	0.135	8	9.5	testar	9.67	Adequada		-0.17					
40		0.097	0.053	0.08	7	8.5	testar	8.52	Adequada		-0.02					
41		0.5255	0.257	0.3315	11	12.5	testar	13.89	Adequada		-1.39					
42		0.2295	0.1265	0.19	12	13.5	testar	11.76	Adequada		1.74					
43		0.4375	0.2585	0.31	11	12.5	testar	12.32	Adequada		0.18					
44		0.131	0.072	0.093	7	8.5	testar	8.67	Adequada		-0.17					
45		0.231	0.137	0.145	13	14.5	testar	11.53	Adequada		2.97					
46		0.050	0.0225	0.05	5	6.5	testar	7.00	Adequada		-1.30					
47		0.285	0.145	0.21	11	12.5	testar	12.39	Adequada		0.11					
48		0.8655	0.4095	0.565	10	11.5	testar	12.95	Adequada		-1.45					
49		0.1695	0.0945	0.1195	7	8.5	testar	9.43	Adequada		-0.93					
50		0.5795	0.1825	0.206	8	9.5	testar	9.87	Adequada		-0.37					
51		0.122	0.052	0.08	7	8.5	testar	8.54	Adequada		-0.04					
52		0.527	0.374	0.3175	11	12.5	testar	12.05	Adequada		0.45					
53		0.331	0.14	0.24	10	11.5	testar	11.08	Adequada		0.42					
54		0.222	0.0735	0.106	7	8.5	testar	8.54	Adequada		-0.44					
55		0.487	0.2215	0.445	20	21.5	testar	17.14	Adequada		4.36					
56		1.232	0.519	0.612	14	15.5	testar	15.40	Adequada		0.10					
57		0.545	0.3315	0.32	9	10.5	testar	11.99	Adequada		-1.49					
58		0.1185	0.064	0.0745	7	8.5	testar	8.46	Adequada		0.04					
59		0.0965	0.003	0.005	3	4.5	testar	5.62	Adequada		-1.12					
60		0.175	0.0835	0.111	7	8.5	testar	9.03	Adequada		-0.53					

Comando Prever

Especifica as definições da previsão de valores usando uma rede neural treinada e executa a previsão

O comando **Prever** permite 1) especificar as definições da previsão de valores usando uma rede neural treinada e 2) executar a previsão.



Os dados a serem previstos geralmente são casos com valores de variáveis dependentes desconhecidos. As opções da caixa de diálogo Previsão incluem:

- **Conjunto de dados** – mostra o conjunto de dados a ser usado para a previsão. Este conjunto de dados deve ser definido por meio do Gerenciador do conjunto de dados e deve constar na planilha ativa.
- **Rede a usar** – especifica o nome e o local da rede neural a ser usada para a previsão. As redes neurais podem ser salvas em uma pasta de trabalho do Excel ou em um arquivo em disco. Clique em **Procurar...** para mudar o nome ou o local indicado.
- **Correspondência entre variáveis** – especifica como será estabelecida a correspondência entre as variáveis do conjunto de dados a ser testado e as variáveis do conjunto de dados usado para treinar a rede. Clique em **Editar...** para mudar a correspondência entre variáveis. Para obter mais informações sobre como usar **Correspondência entre variáveis**, consulte o comando **Teste** neste capítulo.

- **Previsão para** – seleciona os casos para os quais serão feitas as previsões. Geralmente são selecionados casos de previsão com **Casos com valores dependentes faltando**, mas, se desejado, é possível fazer previsões para **Todos os casos** (mesmo os casos em que o valor da variável dependente é conhecido). Se houver uma variável tag no conjunto de dados, os valores da variável dependente serão previstos somente para os casos assinalados com a tag “previsão”.
- **Opções** – define o local do valor previsto e as opções da Previsão ao Vivo.
 - 1) **Colocar valores previstos direto no conjunto de dados.**
Esta opção especifica que, em cada caso previsto, os valores previstos serão colocados diretamente no local da variável dependente no conjunto de dados, possivelmente além de serem colocados no Relatório Detalhado (dependendo de os Relatórios Detalhados estarem selecionados na definição de Relatórios a gerar, nas Configurações da aplicação.) Isso sobrescreve todo o conteúdo atual da célula e, por este motivo, deve ser usado com cautela. Os valores previstos podem ser identificados pela cor que aparecem no conjunto de dados.
 - 2) **Ativar Previsão ao Vivo** – especifica que o NeuralTools colocará fórmulas nas células em que os valores de variáveis dependentes previstos são mostrados. Estas fórmulas permitem que o NeuralTools calcule os valores previstos à medida que os valores independentes mudam.
 - 3) **Excluir Previsão ao Vivo para casos com valores inválidos ou ausentes** – especifica que não será incluída uma fórmula de previsão ao vivo nos casos em que os valores de input das variáveis estiverem faltando. Valores de input ausentes fazem com que as fórmulas da previsão ao vivo retornem um valor de erro. Contudo, nos casos com valores independentes ausentes, pode ser útil permitir que o NeuralTools insira fórmulas, porque assim que os valores ausentes são preenchidos, a previsão aparece automaticamente.

Este recurso só é oferecido na versão Industrial. A **Previsão ao Vivo** é um recurso avançado que permite realizar previsões automaticamente no Excel, sem passar por uma operação de previsão específica. Com a Previsão ao Vivo, o NeuralTools coloca fórmulas nas células em que os valores previstos de variáveis dependentes são mostrados. Essas fórmulas usam uma função personalizada do NeuralTools para calcular os valores previstos, como, por exemplo:

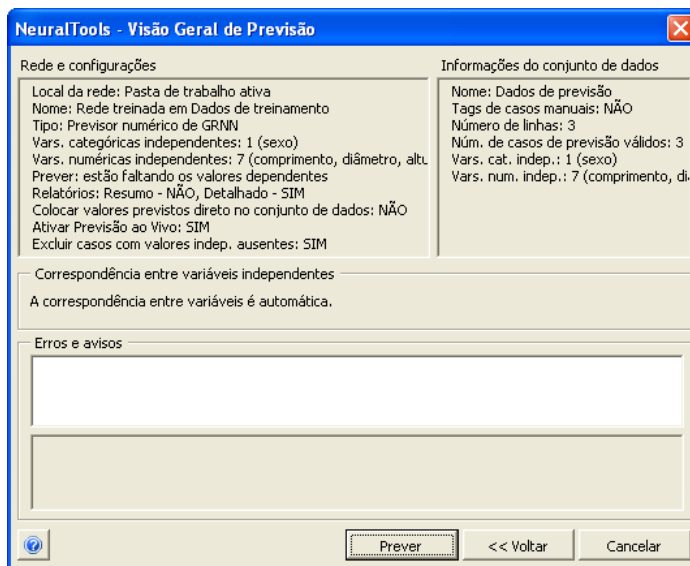
```
=NetOutputPrediction(_PALDS_DG25B8C82B!$A$140;  
"DG25B8C82B"; "VG1DD83AF2"; 'Dados de  
previsão'!$A$6:$I$6; A7:I7)
```

A fórmula, propriamente dita, é acrescentada na planilha pelo NeuralTools, não é necessário digitá-la. Os argumentos permitem ao NeuralTools identificar a rede treinada que está sendo usado, assim como o local dos valores independentes na planilha. Quando os valores de input das variáveis independentes de um caso são acrescentados ou modificados, um novo valor é automaticamente previsto pelo NeuralTools. Isso simplifica acrescentar e gerar previsões em novos casos usando uma rede treinada existente.

Nota: se a previsão for baseada em valores de células em relação aos quais não se espera que haverá mudanças, recomenda-se cancelar a seleção da Previsão Instantânea na caixa de diálogo de previsão; isso minimizará o tempo que leva para o Excel recalcular a pasta de trabalho.

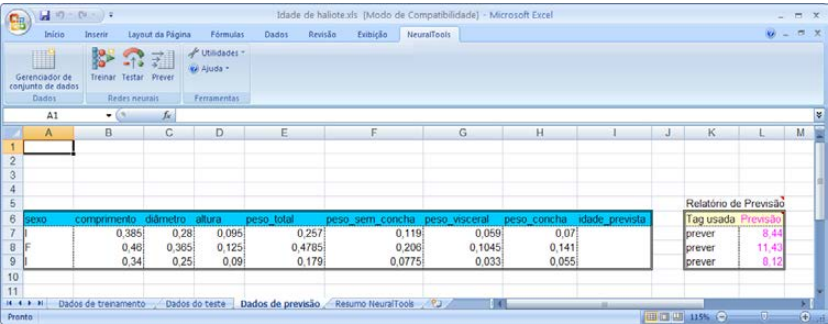
Caixa de diálogo:
Visão geral de
previsão

A caixa de diálogo Visão Geral de Previsão mostra a configuração de previsão para o conjunto de dados selecionado, assim como quaisquer erros detectados em seus dados ou configurações antes do início da previsão. Ao examinar o conteúdo dessa caixa, pode-se ver todas as suposições de previsão selecionadas, segundo relatadas pelo NeuralTools. A seção de **Erros e avisos** oferece uma descrição de todos os problemas que o NeuralTools detectou com os seus dados ou configurações, os quais podem ser corrigidos antes de se fazer previsões.



Após a previsão, podem ser criados relatórios resumidos e detalhados. Esses relatórios detalham o desempenho da rede neural treinada com o conjunto de dados usado no teste. O conteúdo efetivo dos relatórios gerados é especificado na caixa de diálogo **Configurações da aplicação**, abaixo das configurações de **Relatórios a gerar** e **Colunas nos relatórios detalhados**.

- **Relatório detalhado de previsão.** Este relatório é colocado ao lado do conjunto de dados usado na previsão. Ele fornece um local para as previsões quando o usuário não desejar colocá-las dentro da variável dependente, no próprio conjunto de dados; se a variável dependente contiver dados históricos para determinados casos, talvez seja mais seguro não misturar esses casos históricos com as previsões da rede.



Tag usada	Previsão
prever	8.44
prever	11.43
prever	8.12

peso	comprimento	diâmetro	altura	peso_total	peso_sem_concha	peso_visceral	peso_concha	idade_previsão
0.385	0.28	0.095	0.257	0.119	0.059	0.07		
0.48	0.365	0.125	0.4785	0.206	0.1045	0.141		
0.34	0.25	0.09	0.179	0.0775	0.033	0.055		

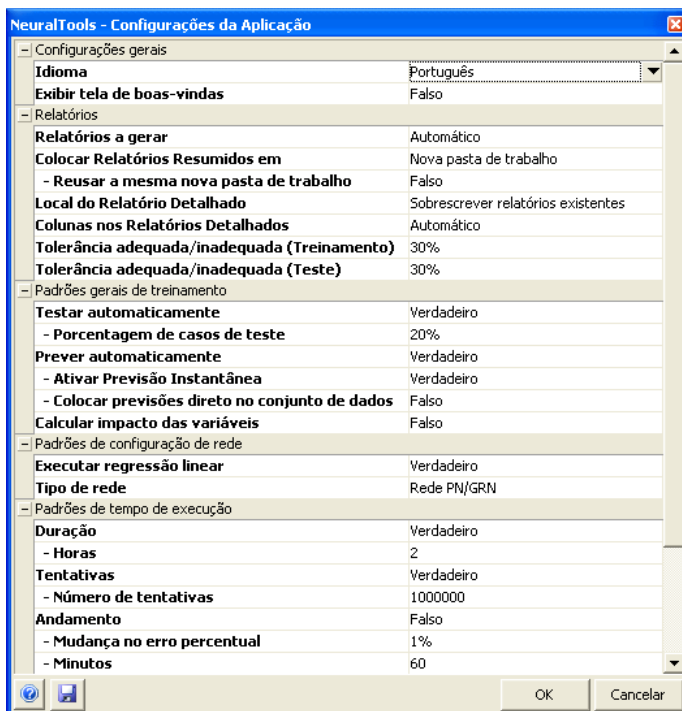
Ao executar várias previsões, você pode acrescentar Relatórios Detalhados em novas colunas à direita do conjunto de dados, para poder ver como as previsões mudam nos casos individuais à medida que são usadas novas redes treinadas.

Utilidades

Comando Configurações da aplicação

Especificam as configurações dos relatórios de treinamento, testes e previsões

O comando **Configurações da aplicação** permite selecionar 1) os relatórios de treinamento, teste e previsão a serem gerados; 2) os padrões de treinamento a serem usados; 3) os padrões de previsão e tempo de execução a serem usados. Muitas Configurações da aplicação são definições-padrão que são usadas nas caixas de diálogo do treinamento, teste ou previsão. Veja a descrição das caixas de diálogo para obter mais informações sobre essas configurações. Nesta seção abordamos outras configurações.



As configurações de relatórios incluem:

- **Relatórios a gerar** – cada operação realizada no NeuralTools pode produzir um relatório resumido e um relatório detalhado. Contudo, de modo geral sugerimos usar a configuração de relatório padrão, já que outros relatórios acrescentam muito pouco a certas operações. Por exemplo: o relatório detalhado é o relatório padrão da operação de Previsão; nesse caso, um relatório Resumido não acrescenta muito mais.

Relatórios a gerar:	Após a operação:		
	Treinamento:	Teste	Previsão
Relatório Resumido	☒	☒	☐
Relatório Detalhado	☐	☒	☒

OK Cancelar

Os Relatórios Resumidos são colocados em sua própria planilha, ao passo que os Relatórios Detalhados são colocados em colunas, à direita do conjunto de dados, na mesma planilha que o conjunto.

- As opções **Colocar relatórios resumidos em** incluem:
 - **Nova planilha** – cria uma nova planilha para cada relatório. Você pode usar novamente a mesma pasta de trabalho para os relatórios ou sempre criar uma nova pasta.
- As opções de **Local do relatório detalhado** incluem:
 - **Sobrescrever relatórios existentes** – com esta opção, as colunas com dados de Relatórios Detalhados anteriores de um conjunto de dados são sobrescritas com novos Relatórios Detalhados (para excluir manualmente um Relatório Detalhado, selecione todas as colunas que o contém clicando e arrastando sobre os títulos das colunas e, a seguir, selecione Excluir, no menu Editar).
 - **À direita do conjunto de dados** – com esta opção, novas colunas são inseridas à direita do conjunto de dados, para conter os novos Relatórios Detalhados.
 - **À direita dos relatórios existentes** – com esta opção, novas colunas são inseridas à direita do conjunto de dados e relatórios existentes, para conter os novos Relatórios Detalhados.

- **Colunas a exibir em relatórios detalhados.** Para cada linha selecionada, é exibida uma nova coluna no Relatório Detalhado à direita do conjunto de dados que apresentará as informações de cada caso.

Coluna	Treinamento	Teste	Previsão
Tag usada	☒	☒	☒
Previsão obtida usando rede	☐	☒	☐
Probabilidade da categoria prevista (para PNN)	☐	☒	☒
Probabilidade de categorias incorretas (para PNN)	☐	☒	☐
Erro residual	☐	☒	☐
Avaliações adequadas/inadequadas	☐	☒	☐
Probabilidades de todas as categorias (para PNN)	☐	☐	☐

As seguintes colunas podem ser exibidas:

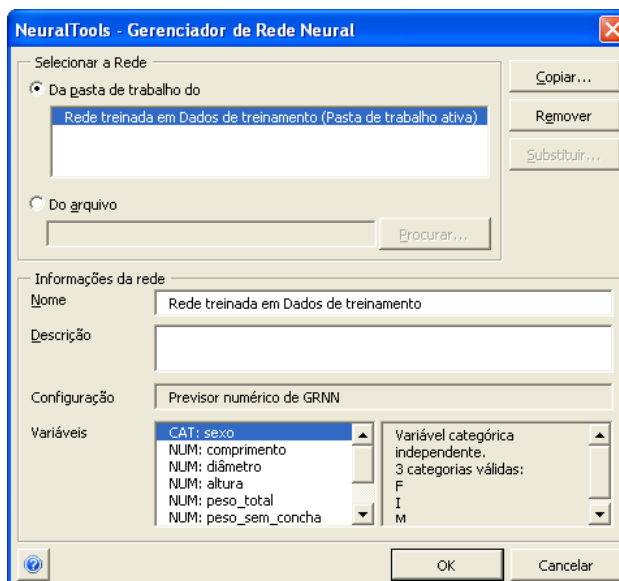
- 1) **Tag usada** – são exibidas tags de “treinamento”, “teste” e “previsão” correspondentes a cada caso, se foram usadas como parte do conjunto de treinamento ou teste ou se foi feita previsão para um caso específico.
- 2) **Previsão obtida usando rede** – número ou categoria prevista pela rede.
- 3) **Probabilidade da categoria prevista (para PNN)** – além de prever uma categoria desconhecida, as redes neurais probabilísticas atribuem uma probabilidade à mesma. Este recurso não está disponível quando as categorias são previstas usando Redes Multi-Layer Feedforward. Isto também não se aplica à previsão numérica.
- 4) **Probabilidade de categorias incorretas (para PNN)** – soma das probabilidades atribuídas pela rede PNN a categorias incorretas. Por exemplo, se em um determinado caso a rede atribuir uma probabilidade de 30% ao vermelho, 20% ao amarelo e 50% ao verde, e se soubermos que a resposta correta é vermelho, então o valor para o caso em questão é $20\% + 50\% = 70\%$. Esse valor fornece uma medida de erro da previsão de categoria para cada caso individual, correspondendo ao Erro Residual da previsão numérica.
- 5) **Erro residual** – é a diferença entre o valor efetivo e o valor dependente previsto. Não se aplica à previsão de categorias.

- 6) *Avaliação adequada/inadequada* – no caso da previsão numérica, a coluna informa se a previsão referente a determinado caso está fora da margem definida em torno do valor efetivo; a amplitude da margem é definida como “Tolerância adequada/inadequada”. No caso da previsão de categoria, a coluna simplesmente informa se a categoria prevista corresponde à categoria efetiva.
 - 7) *Probabilidades de todas as categorias (para PNN)* – quando esta opção for selecionada e existir uma Rede Neural Probabilística treinada, será inserida uma coluna para cada categoria dependente. Por exemplo, se a rede for usada para prever uma cor, poderá haver colunas intituladas “%vermelho”, “%amarelo” e “%verde” que contêm as probabilidades atribuídas a cada uma dessas cores.
- **Tolerância adequada/inadequada** Em casos de teste e treinamento, se a previsão numérica estiver dentro da porcentagem especificada do valor efetivo da variável dependente, ela será indicada como “Adequada”.

Comando Gerenciador de Rede Neural

Permite copiar, mover e excluir redes neurais treinadas

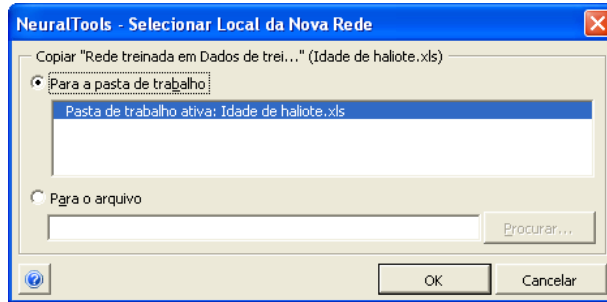
O comando Gerenciador de Rede Neural permite gerenciar redes neurais treinadas, movê-las entre pastas de trabalho e arquivos, e adicionar informações descritivas às redes.



As redes neurais podem ser armazenadas em uma pasta de trabalho do Excel ou em um arquivo em disco. Não há limite para o número de redes que pode ser colocado em uma mesma pasta de trabalho do Excel. Com o Gerenciador de Rede Neural, é possível mover redes para novas pastas de trabalho ou arquivos, ou excluí-las ou substituí-las. Isso permite analisar facilmente os conjuntos de dados em outras pastas de trabalho usando redes treinadas existentes, sem a pasta de trabalho que contém os dados de treinamento.

As opções do Gerenciador de Rede Neural incluem:

- **Copiar** – copia em outro local uma rede neural treinada. Basta selecionar a pasta de trabalho ou arquivo em que deseja colocar a rede.



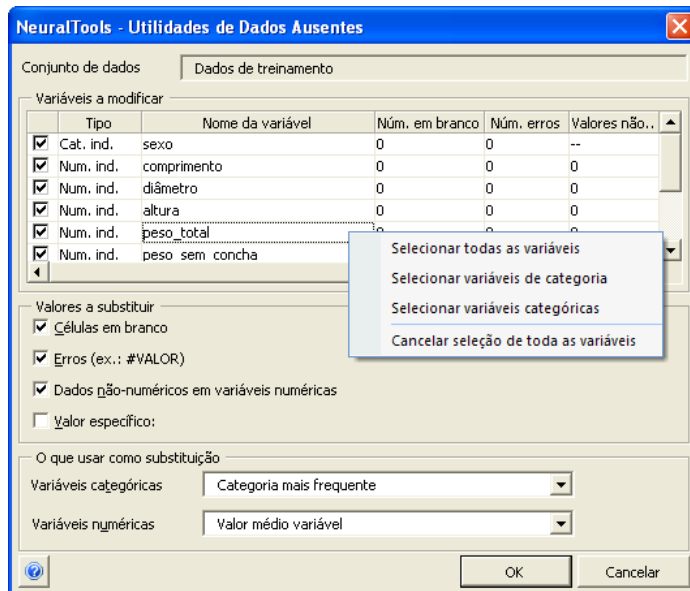
- **Remover** – exclui uma rede neural treinada.
- **Substituir** – substitui uma rede neural treinada por uma nova rede. Este recurso está disponível para redes usadas para Previsão ao Vivo. Após a substituição, as previsões ao vivo efetuadas anteriormente usando a rede antiga serão feitas utilizando a nova rede. Contudo, isso não se aplica aos Relatórios Detalhados. Se o relatório detalhado contiver células de previsão ao vivo nas quais é usada a rede a ser substituída, ocorrerá que, após a substituição, essas células conterão valores fixos.
- **Informações da rede** – permite acrescentar informações descritivas a uma rede. Isso ajuda a identificar a rede treinada e as condições em que foi treinada.

Comando Utilidades de dados ausentes

Permite substituir dados ausentes e valores de erro de um conjunto de dados por valores artificiais

O comando Utilidade de Dados Ausentes permite substituir dados indesejados ou ausentes do conjunto de dados por valores artificiais. Durante o treinamento, teste e previsão, os casos com valores de variáveis ausentes são ignorados pelo NeuralTools, portanto, geralmente é útil corrigir esses valores antes do processo.

A caixa de diálogo Visão Geral do Treinamento apresenta um aviso quando houver valores ausentes no conjunto de dados. Se isso ocorrer, esses casos podem ser corrigidos usando-se o comando Utilidades de Dados Ausentes.



A caixa de diálogo Utilidade de Dados Ausentes apresenta as seguintes opções:

- **Variáveis a modificar** – fornece uma lista de variáveis usadas no conjunto de dados da planilha atual, e exibe o número de dados ausentes, erros e dados não numéricos (de variáveis numéricas). Assinalar uma variável a seleciona para que os dados ausentes ou indesejados sejam substituídos.

A lista de variáveis contém um submenu de contexto com comandos para selecionar e cancelar a seleção de grupos de variáveis.

- **Valores a substituir** – seleciona os tipos de valores que serão substituídos nas variáveis selecionadas. **Valor específico** – permite substituir todas as instâncias de um valor específico por uma variável com um novo valor.
- **O que usar como substituição** – especifica valores a serem colocados no conjunto de dados em vez dos dados ausentes ou indesejados. Valores diferentes são especificados para variáveis categóricas e numéricas:

Variáveis categóricas – as opções são:

- **Categoria mais frequente / Categoria menos frequente** – o valor da categoria que ocorre com maior ou menor frequência para os casos do conjunto de dados
- **Categoria vizinha** – o valor da categoria que ocorre no caso no conjunto de dados próximo àquele com o valor ausente
- **Categoria selecionada aleatoriamente** – valor de uma categoria selecionado aleatoriamente entre os valores no conjunto de dados.
- **Categoria específica** – define todos os valores ausentes ou indesejados em como um valor específico

Variáveis numéricas – as opções são:

- **Valor médio da variável** – o valor médio da variável de todos os casos do conjunto de dados
- **Valor mediano da variável** – o valor mediano da variável de todos os casos do conjunto de dados
- **Interpolação de valores vizinhos** – o valor calculado pela interpolação entre os valores das variáveis nos casos do conjunto de dados ao lado do caso com o valor ausente
- **Valor aleatório (entre mín. e máx.)** – um valor aleatório selecionado entre os valores mínimo e máximo das variáveis para todos os casos do conjunto de dados.

Limpar células apaga os valores selecionados da variável, seja esta numérica ou categórica.

Mais informações sobre valores ausentes

A caixa de diálogo Utilidades de Dados Ausentes fornece uma alternativa para os dados ausentes: ela gera dados artificiais para preencher os dados que estão faltando. Muitas vezes pode ser melhor simplesmente deixar os dados ausentes como células em branco, e deixar o NeuralTools ignorar os casos com dados ausentes. Observe que o NeuralTools não reconhece símbolos especiais como, por exemplo, “?” como dados ausentes; pontos de interrogação devem ser eliminados. Isso pode ser feito com as Utilidades de Dados Ausentes, selecionando-se “Valor específico” na seção Valores a substituir e “Limpar células” na seção “O que usar como substituição”.

Às vezes também é possível usar o NeuralTools para prever valores ausentes em uma variável independente a partir de outras variáveis independentes com poucos ou nenhum dado ausente. Os resultados do teste indicarão se a rede treinada para prever os valores ausentes é confiável.

Comando Sensibilidade de teste

Determina se os resultados de teste são estáveis mesmo com diferentes seleções aleatórias de casos de teste

A análise de Sensibilidade de Teste ajuda a eliminar a possibilidade de que os bons resultados de teste sejam devidos apenas ao acaso. Os valores de uma medida de teste podem ser diferentes de uma sessão de treinamento para outra, se o subconjunto de casos a ser usado no teste for selecionado aleatoriamente. Quanto menor o conjunto de dados, maior a probabilidade de variação, portanto, se for usado um conjunto de dados pequeno, os resultados de teste de uma única sessão de treinamento não serão necessariamente confiáveis. A análise de Sensibilidade de Teste ajuda a saber se os resultados teste são estáveis mesmo com diferentes seleções aleatórias de casos de testes. Ela também ajuda a saber que porcentagem de casos deve ser reservada para testes.

The screenshot shows a dialog box titled "NeuralTools - sensibilidade de teste". It contains several sections for configuring a sensitivity analysis:

- Conjunto de dados:** A dropdown menu showing "Dados do empréstimo".
- Número de redes para treinar:**
 - % de casos para separar para fins de teste:** A list box with options 10%, 20%, and 30%. The 20% option is currently selected.
 - Número para treinar, para cada valor de %:** A text input field containing the number 5.
- Configuração da rede:**
 - Tipo de rede:** A dropdown menu showing "Rede PN/GRN".
 - Número de nós na Camada 1:** A dropdown menu showing "Automático".
 - Número de nós na Camada 2:** A dropdown menu showing "Automático".
- Estimativa do tempo:**
 - A text area showing "Estimativa do tempo necessário para efetuar a análise: 00:00:30 (hh:mm:ss)".

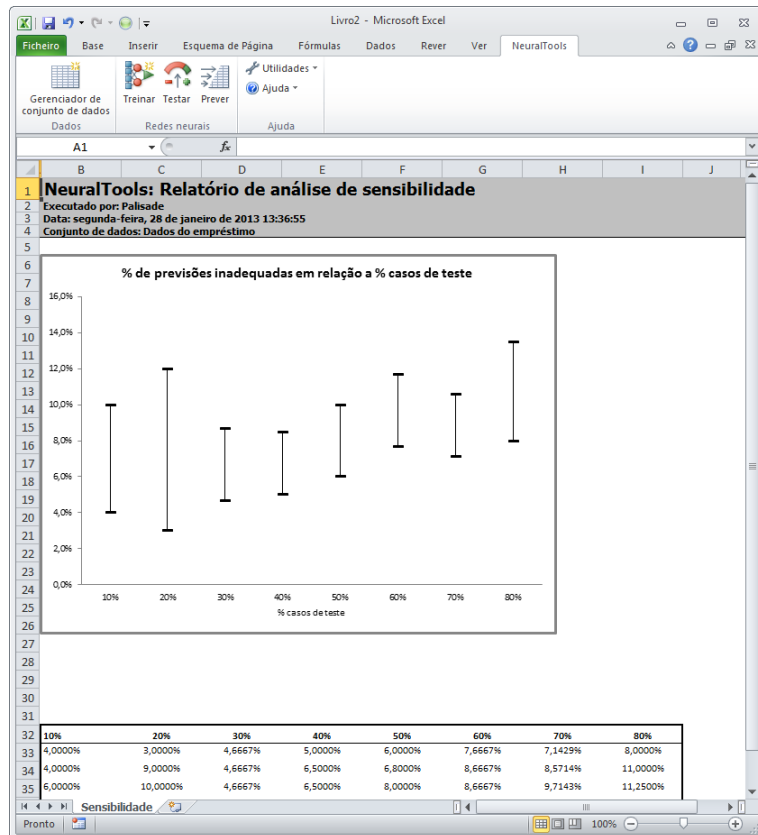
At the bottom left is a help icon (a circle with a question mark). At the bottom right are two buttons: "OK" and "Cancelar".

A caixa de diálogo Sensibilidade de teste contém as seguintes opções:

- **% de casos para separar para fins de teste** – aqui podem ser inseridos diversos valores percentuais. Cada valor será incluído na análise, reservando a porcentagem especificada de casos a serem testados durante várias sessões de treinamento.
- **Número para treinar, para cada valor de %** – número de sessões de treinamento para cada valor percentual indicado acima.
- **Configuração da rede** – as várias sessões de treinamento incluídas na análise também têm em comum a mesma configuração de rede. Para saber mais detalhes de como definir a configuração da rede, veja o material de referência da caixa de diálogo de treinamento.

A seção inferior da caixa de diálogo apresenta uma estimativa de quanto tempo a análise levará. Isso pode ser baseado em uma sessão de treinamento já efetuada ou nas configurações de tempo de execução definidas na caixa de diálogo de treinamento.

A análise gera um relatório que apresenta os intervalos entre os valores mínimo e máximo de uma medida de teste obtida nas diversas sessões de treinamento.



Mais informações sobre redes neurais

Noções básicas sobre redes neurais

Rede neural é um sistema que usa inputs numéricos para efetuar cálculos e gerar um ou mais valores numéricos baseados nesses inputs. Quando a rede neural é criada e treinada para uma aplicação específica, ela produz valores de output aproximadamente corretos para os inputs fornecidos. Por exemplo: uma rede pode conter inputs que representam algumas características facilmente mensuráveis de um haliote (animal aquático), como comprimento, diâmetro e peso. Os cálculos efetuados pela rede produzem um único número, que geralmente é próximo à idade do animal (a idade de um haliote é mais difícil de determinar).

As redes neurais foram inspiradas na estrutura do cérebro. O cérebro é formado por um grande número de células denominadas “neurônios”. Cada neurônio recebe impulsos de outros neurônios através de vários “dendritos”. Dependendo dos impulsos recebidos, o neurônio transmite um sinal a outros neurônios, por meio de seu “axônio”, que se conecta a dendritos de outros neurônios. Da mesma forma que o cérebro, as redes neurais artificiais são compostas por elementos; cada um desses elementos recebe uma série de inputs e gera um único output, sendo que o output é uma função relativamente simples dos inputs.

Comparação entre redes neurais e métodos estatísticos

As redes neurais fornecem uma alternativa aos métodos estatísticos convencionais. Da mesma forma que as regressões lineares, as redes neurais são usadas para aproximação de funções. E da mesma forma que análises discriminantes e regressões logísticas, as redes neurais são usadas para classificação. A vantagem das redes neurais é que são capazes de modelar funções extremamente complexas. Isso é bem diferente do que é efetuado pelas técnicas lineares convencionais (regressão linear e análise discriminante linear). As técnicas de otimização de modelos lineares já eram bem conhecidas antes de terem sido inventadas as redes neurais artificiais, em meados do século XX. Levou muitos anos até serem desenvolvidos algoritmos eficazes no treinamento de redes neurais. Contudo, atualmente, existe uma grande variedade de algoritmos sofisticados para treinamento de redes neurais, o que as torna uma alternativa mais interessante do que os métodos convencionais.

Estrutura de uma rede neural

A estrutura da rede neural é composta de unidades conectadas referidas como “**nós**” ou “**neurônios**”. Cada neurônio efetua uma parte dos cálculos dentro da rede: o neurônio usa alguns números como inputs, efetua cálculos relativamente simples com os mesmos e retorna um output. O valor de output de um neurônio é então transmitido como um dos inputs para outro neurônio, exceto no caso dos neurônios que geram os valores de output finais de todo o sistema.

Os neurônios são dispostos em **camadas**. Os neurônios da camada de inputs recebem os inputs para efetuar os cálculos, como o comprimento, diâmetro e peso de um haliote individual. Esses valores são passados aos neurônios na primeira camada oculta, que efetuam os cálculos baseados nos inputs e passam os outputs para a próxima camada. A próxima camada pode ser outra camada oculta, se for o caso. Os outputs dos neurônios na última camada oculta são passados ao neurônio ou neurônios que geram os outputs finais da rede como, por exemplo, a idade do haliote.

Previsão numérica e de categoria

Quando as redes neurais são usadas para prever valores numéricos, geralmente elas produzem apenas um output. Isso ocorre porque as redes de output único são mais confiáveis do que as que produzem múltiplos outputs, e praticamente qualquer problema de previsão poder ser processado por redes de output único. Por exemplo, em vez de construir uma única rede para prever o volume e o preço de uma ação no dia seguinte, é melhor criar uma rede para previsões de preço e outra para previsões de volume. Por outro lado, as redes neurais usadas para previsão de classificação ou categoria têm múltiplos outputs. Suponhamos, por exemplo, que queremos prever se o preço de uma ação “subirá mais de 1%”, “cairá mais de 1%” ou “não mudará mais de 1%”. Neste caso, a rede terá três outputs numéricos; o output mais alto indicará a categoria selecionada pela rede.

Como treinar uma rede

Treinamento de rede é o processo de ajuste fino dos parâmetros de cálculo com a finalidade de fazer com que a rede produza outputs com valores aproximadamente corretos para os inputs fornecidos. Esse processo, por um lado, é baseado no treinamento de dados e, por outro, no algoritmo de treinamento. O algoritmo de treinamento seleciona diversos conjuntos de parâmetros de cálculo e avalia cada conjunto aplicando a rede a cada caso do treinamento, com o objetivo de determinar a adequação das respostas fornecidas pela rede. Cada conjunto de parâmetros é uma “tentativa”; o algoritmo de treinamento seleciona novos conjuntos de parâmetros com base nos resultados das tentativas anteriores.

Processamento computacional de redes neurais

A rede neural é um modelo de cálculos que pode ser utilizado em vários tipos de computadores e equipamentos relacionados. Uma rede neural pode ser construída a partir de pequenos elementos de processamento, cada qual efetuando o trabalho de um neurônio individual. Entretanto, geralmente as redes neurais são implantadas em um computador com apenas um processador possante, como a maioria dos computadores usados atualmente. Em computadores que contêm apenas um processador, um programa como o NeuralTools usa o mesmo processador para efetuar cada cálculo do neurônio; nesse caso, o conceito de neurônio refere-se a uma parte dos cálculos necessários para obter uma previsão, e não a um elemento físico de processamento.

Tipos de redes neurais

Há vários tipos de redes neurais, que se diferenciam pela estrutura, pelos tipos de cálculos efetuados dentro dos neurônios e pelos algoritmos de treinamento. Um dos tipos de redes oferecidos pelo NeuralTools é a **Rede Multi-Layer Feedforward**. Com as redes MLF, o usuário do NeuralTools pode especificar se deve haver uma ou duas camadas de neurônios ocultos e quantos neurônios as camadas ocultas devem conter (o NeuralTools fornece ajuda de como fazer as seleções adequadas, conforme descrito na seção sobre redes MLF). O NeuralTools também oferece **Redes Neurais de Regressão Generalizada** e **Redes Neurais Probabilísticas**; essas redes se interrelacionam estreitamente, sendo que o primeiro tipo é usado para previsão numérica e o segundo para previsão de categorias/classificação. No caso das redes GRN/PN, o usuário não precisa tomar nenhuma decisão quanto à estrutura da rede. Essas redes sempre têm duas camadas ocultas de neurônios, sendo que um neurônio em caso de treinamento encontra-se primeira camada oculta; o tamanho da segunda camada depende de certos fatores relacionados aos dados de treinamento.

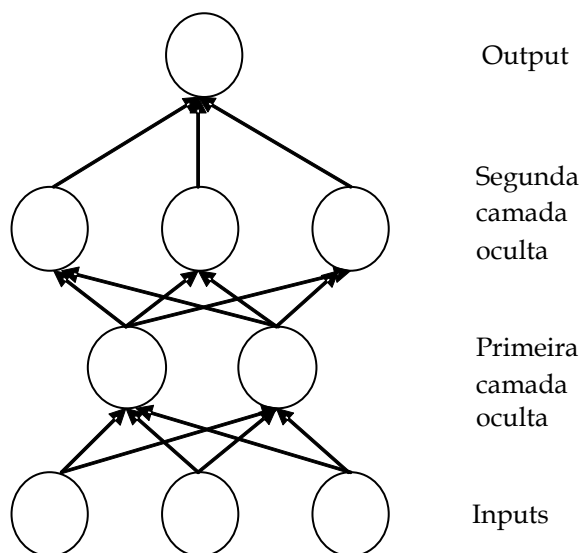
As próximas seções deste capítulo explicam detalhadamente cada tipo de rede neural que pode ser usado no NeuralTools.

Redes Multi-Layer Feedforward

As Redes Multi-Layer Feedforward (também conhecidas como “Redes Multi-Layer Perceptron”) são sistemas capazes de efetuar aproximações de funções complexas, podendo, portanto, modelar relações complexas entre variáveis independentes e uma variável dependente.

Arquitetura MLF

O diagrama abaixo mostra uma rede MLF de previsão numérica com três variáveis numéricas independentes; a rede foi configurada para ter 2 neurônios/nós na primeira camada oculta e 3 neurônios/nós na segunda camada oculta.



Fatores que determinam o comportamento da rede:

- Topologia (o número de camadas ocultas e o número de nós das camadas)
- “Pesos” das conexões (um parâmetro atribuído a cada conexão) e termos de viés (um parâmetro atribuído a cada neurônio)
- Função de ativação/transferência usada para converter os inputs de cada neurônio no output correspondente.

Especificamente, um neurônio oculto com n inputs primeiro calcula a soma ponderada de seus inputs:

$$Soma = in_0 * w_0 + in_1 * w_1 + ... + in_n * w_n + viés$$

onde o intervalo de in_0 a in_n corresponde a outputs de neurônios da camada anterior, enquanto o intervalo de w_0 a w_n corresponde aos pesos da conexão; cada neurônio tem seu próprio valor de viés. Em seguida, a função de ativação é aplicada à *Soma* para gerar o output do neurônio.

A função sigmóide (em forma de S) é usada como a função de ativação nos neurônios das camadas ocultas. Mais especificamente, o NeuralTools usa a função tangente hiperbólica. No NeuralTools, o neurônio de output usa identidade como função de ativação, ou seja, ele simplesmente retorna a soma ponderada de seus inputs. Às vezes, as redes neurais são construídas com funções de ativação sigmóides nos neurônios de output. Contudo, isso não é necessário para que a rede neural possa fazer aproximações de funções complexas. Além disso, as funções sigmóides têm um intervalo restrito de output (de -1 a 1 para a função tangente hiperbólica), e geralmente há valores dependentes fora desse intervalo. Assim, o uso da função sigmóide no neurônio de output força uma transformação adicional dos valores de output antes de passar os dados de treinamento para a rede.

Quando são usadas redes MFL para classificação, elas têm múltiplos neurônios de output, um correspondente a cada possível categoria dependente. A rede classifica cada caso calculando seus outputs numéricos; a categoria selecionada é a que corresponde ao neurônio com o valor mais alto de output.

Treinamento de redes MLF

O treinamento de uma rede MLF consiste em encontrar um conjunto de pesos de conexão e termos de viés que façam com que a rede, de modo geral, forneça respostas corretas quando são apresentados novos casos (para fins de simplificação, o termo de viés será omitido na apresentação abaixo). O treinamento é iniciado com a atribuição de um conjunto de pesos de conexão selecionado aleatoriamente. É feita uma previsão para cada caso de treinamento (usando valores independentes como inputs para obter o output). É muito provável que o output será diferente do valor dependente conhecido. Assim, para cada caso de treinamento temos um valor de erro. A partir desses valores, calculamos uma medida de erro para todo o conjunto de treinamento, o que nos informa como foi o desempenho da rede com os pesos iniciais.

É provável que a rede não apresente muito bom desempenho com os pesos aleatórios inicialmente atribuídos; então prosseguimos com tentativas subsequentes: outras atribuições de pesos. Contudo, agora as atribuições de pesos não são mais aleatórias; são decididas pelo nosso algoritmo de treinamento: o método de seleção dos pesos de conexão é baseado nos resultados das tentativas anteriores. O problema agora é uma questão de otimização: queremos minimizar a medida de erro mudando os pesos de conexão.

Histórico

O primeiro algoritmo bem-sucedido no treinamento de pesos de conexão em redes MLF foi o de “retropropagação”; atualmente, a maioria dos pesquisadores prefere usar algoritmos mais rápidos e com maior probabilidade de encontrar o valor ótimo global. O NeuralTools emprega o método de “gradiente descendente conjugado”, que pertence à categoria dos métodos de otimização de “segunda ordem”. Esses métodos de otimização “determinísticos” foram elaborados para encontrar o valor mínimo local de uma função: eles prosseguem eficientemente no sentido descendente no declive da função de erro. Para reduzir o risco de encontrar o mínimo local em vez do mínimo global, o NeuralTools combina os dois métodos de otimização: “determinístico” e “estocástico”. Especificamente, o método estocástico de recozimento simulado (simulated annealing) é usado em conjunto com o método de gradiente descendente conjugado. O algoritmo decide o método a ser usado em um determinado ponto, baseado nos resultados das tentativas anteriores. Para saber mais sobre o método de gradiente descendente conjugado veja os artigos publicados por Bishop (1995) e Masters (1995). Para saber mais sobre Simulated Annealing (recozimento simulado), veja o artigo de Masters (1995).

Medidas de erro

A medida de erro usada ao treinar redes de previsão numérica é o erro médio quadrático de todos os casos de treinamento, ou seja, a diferença média quadrática entre a resposta correta e a resposta dada pela rede. No caso da classificação, temos mais de um output para cada caso de treinamento (isto é, um output correspondente a cada categoria dependente). Calculamos o erro médio quadrático com base em todos os outputs de todos os casos de treinamento, usando como referência os valores de output desejados: para cada caso de treinamento queremos que o valor do output seja próximo a 1, para o output correspondente à categoria correta, e queremos que os valores restantes de output sejam próximos de 0.

Tempo de treinamento

Os algoritmos de treinamento MLF do NeuralTools se reiniciam várias vezes, usando pesos iniciais diferentes. Portanto, quanto mais longo o tempo de treinamento da rede, melhor o resultado. Quanto maior o número de vezes que a rede puder se reiniciar, maior a probabilidade de que será encontrado o mínimo global da função de erro.

Seleção da topologia

A seleção do número de camadas e do número de neurônios de cada camadas define se a rede será capaz de apreender a relação entre as variáveis independentes e dependentes. Em geral, o treinamento de uma rede com uma única camada oculta e dois neurônios ocultos não alcançará um nível de erro satisfatório. Contudo, o aumento do número de camadas e de neurônios pode ter um custo que não vale a pena pagar. Uma única camada oculta é suficiente para praticamente qualquer problema; o uso de duas camadas geralmente resulta no prolongamento desnecessário do tempo de treinamento. Além disso, normalmente um pequeno número de neurônios em uma única camada oculta é suficiente.

O NeuralTools pode configurar automaticamente a topologia da rede com base nos dados de treinamento. Contudo, o recurso de Busca da Melhor Rede proporciona uma alternativa mais confiável. Como parte da Busca da Melhor Rede, é feito o treinamento de uma série de redes de 1 camada oculta com diferentes números de neurônios. Por definição padrão, são incluídas cinco redes MLF com 2 a 6 neurônios ocultos. Se houver tempo suficiente, o número de redes pode ser aumentado, mas recomendamos começar com uma rede de 2 neurônios, a fim de evitar o treinamento excessivo.

Como evitar excesso de treinamento

O termo “treinamento excessivo” refere-se à situação em que a rede aprende não apenas as características gerais da relação entre as variáveis independentes e a dependente, mas começa a aprender fatos sobre os casos de treinamento que não se aplicam no geral, isto é, não se aplicam a casos que não foram incluídos no treinamento. Para evitar esse problema, às vezes o conjunto de teste é dividido em um conjunto de teste e treinamento e um conjunto apenas de teste, que é usado após o treinamento. O erro no conjunto de teste e treinamento é calculado periodicamente ao longo do treinamento. Quando começa a aumentar, significa que o treinamento está começando a ser excessivo; o treinamento é então suspenso.

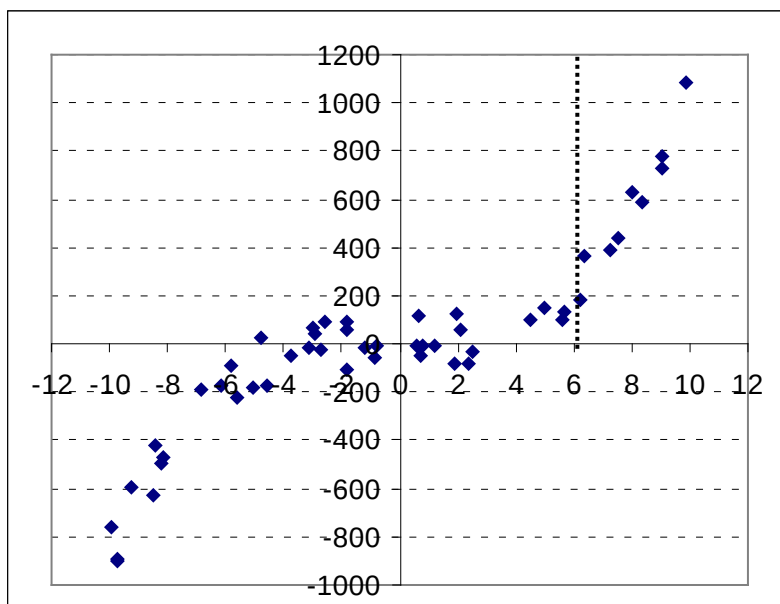
O NeuralTools previne o excesso de treinamento de uma forma especial. O processamento com dois conjuntos de teste distintos geralmente não é uma abordagem muito prática, pois normalmente não há dados suficientes para dividir o conjunto de treinamento em dois. Além disso, o aumento da ocorrência de erro em um conjunto de teste e treinamento não é um indicador confiável de excesso de treinamento; o aumento pode ser local e a taxa de erro pode continuar diminuindo conforme o treinamento continua. O recurso Busca da Melhor Rede do NeuralTools foi criado para evitar o excesso de treinamento. Com as configurações padrão, a Busca da Melhor Rede começa com uma rede com 2 neurônios, que geralmente é pequena demais para ser excessivamente treinada. Com as configurações padrão, é efetuado o treinamento de redes de até 6 neurônios. Se redes com 5 e 6 neurônios forem treinadas excessivamente, isso será indicado nos resultados do conjunto de teste individual; uma das redes com 2, 3 ou 4 neurônios apresentará o menor erro de teste.

Redes neurais de regressão generalizada e redes neurais probabilísticas

Redes Neurais de Regressão Generalizada e Redes Neurais Probabilísticas baseiam-se em conceitos semelhantes. As redes GRN são usadas para previsão numérica/aproximação de funções, enquanto as redes PN são usadas para classificação/previsão de categorias. Esses dois tipos de redes foram concebidos por Donald Specht ("Probabilistic Neural Networks", *Neural Networks*, 3, 1990, págs. 109-118; "A General Regression Neural Network", *IEEE Transactions on Neural Networks*, 2, 1991, págs. 568-576). Elas foram tratadas por Masters (1995), cuja apresentação resumimos a seguir. Consulte essas fontes para obter mais detalhes.

Redes neurais de regressão generalizada

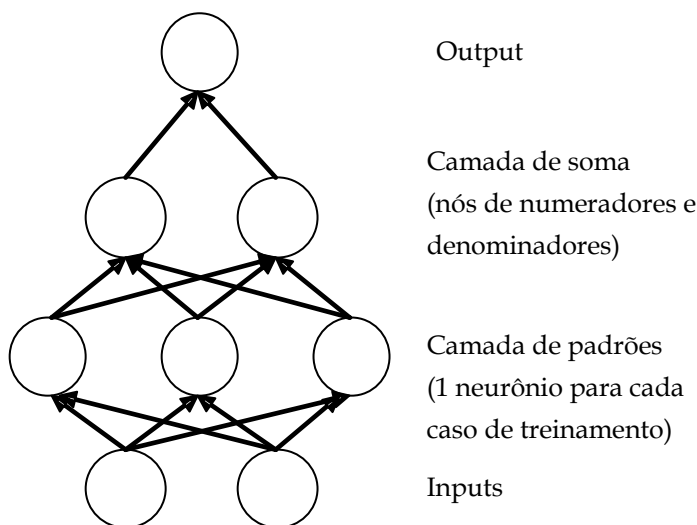
Como exemplo, vamos usar o conjunto de dados de treinamento apresentado no gráfico, com uma variável numérica independente e uma dependente.



Um observador pode discernir um padrão nos dados. Se perguntarmos qual é o valor dependente desconhecido correspondente ao valor independente 6, poderíamos fazer uma estimativa de que é aproximadamente superior a 200 e inferior a 400. Observe que essa estimativa não se baseia nos dois casos conhecidos mais próximos, que indicariam um valor abaixo de 200; estamos olhando os casos além deles. Entretanto, não prestamos muita atenção aos casos com valores independentes em torno de -10; quanto mais próximo um caso conhecido está de um desconhecido, mais peso é dado ao estimar o valor dependente desconhecido. A Rede Neural de Regressão Generalizada baseia-se nesses conceitos intuitivos. Cada caso de treinamento é representado na rede. Quando um caso é apresentado à rede, ela calcula o valor dependente previsto usando os valores dependentes de cada caso de treinamento, sendo que os casos de treinamento mais próximos contribuem de forma mais significativa ao valor do output.

Arquitetura GRN

Uma Rede Neural de Regressão Generalizada para duas variáveis numéricas independentes é estruturada da forma mostrada no gráfico a seguir (pressupondo-se que haja apenas três casos de treinamento):



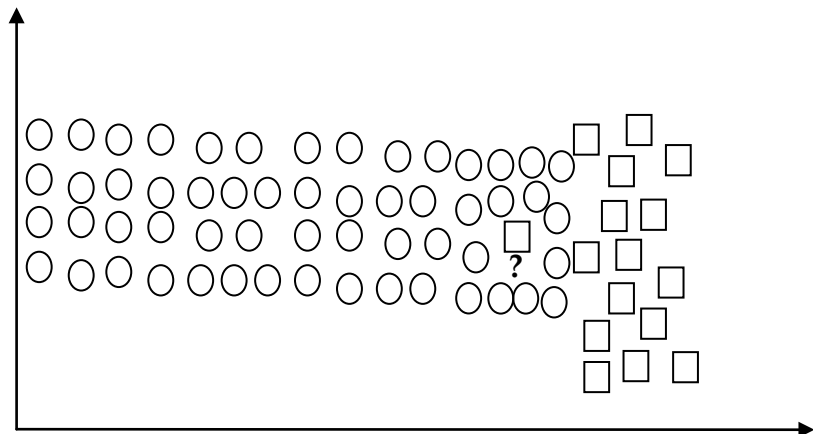
A camada de padrões contém um nó para cada caso de treinamento. Neste caso, apresentar um caso de treinamento à rede consiste em apresentar dois valores numéricos independentes. Cada neurônio da camada de padrões calcula a sua distância em relação ao caso apresentado. Os valores passados aos nós de numeradores e denominadores são funções da distância e do valor dependente. Os dois nós da camada de soma efetuam a soma de seus inputs, enquanto o nó de output os divide para gerar a previsão.

A função de distância calculada nos neurônios da camada de padrões usa “fatores de suavização”; cada input tem seu próprio valor de “fator de suavização”. Com um único input, quanto maior o valor do fator de suavização, mais importante os casos de treinamento de distância tornam-se para o valor previsto. Com 2 inputs, o fator de suavização relaciona-se com a distância ao longo de um eixo no plano e, em geral, com inputs múltiplos, a uma dimensão no espaço multidimensional.

O treinamento de uma rede GRN consiste em otimizar os fatores de suavização para minimizar o erro no conjunto de treinamento; o método de otimização por gradiente descendente conjugado é usado para efetuar isso. A medida de erro usada durante o treinamento para avaliar diferentes conjuntos de fatores de suavização é o erro médio quadrático. Contudo, ao calcular o erro quadrático para um caso de treinamento, o caso em questão é temporariamente excluído da camada de padrões. Isso é feito porque o neurônio excluído calcularia uma distância zero, tornando outros neurônios insignificantes no cálculo da previsão.

Redes neurais probabilísticas

Agora vamos tratar das Redes Neurais Probabilísticas. Usaremos o conjunto de dados de treinamento a seguir, com 2 variáveis numéricas independentes e 1 variável dependente com 2 categorias:

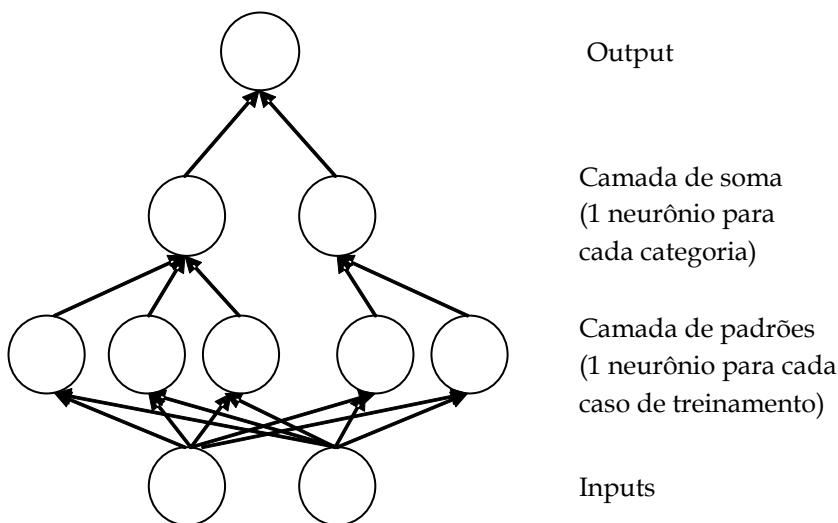


Os círculos representam os casos de treinamento de uma categoria; os quadrados representam os casos que pertencem a outra categoria. Nosso objetivo é prever a categoria do caso representado pelo ponto de interrogação. Um observador decidiria que é mais provável que o caso se inclua na categoria de círculo do que na categoria de quadrado. Contudo, muitos métodos de classificação não chegarão a essa mesma conclusão. Os métodos que requerem a separabilidade linear das categorias fracassarão. Os métodos baseados na regra do vizinho mais próximo designarão o caso desconhecido à categoria de quadrado. O mesmo ocorrerá com os métodos que se baseiam nas tendências centrais, já que o caso desconhecido está mais próximo do centróide da categoria de quadrado do que do centróide da categoria de círculo.

A rede PN, porém, fará a previsão correta. Ela considerará a distância do novo caso a cada caso de treinamento, atribuindo maior peso aos casos mais próximos. O efeito do quadrado vizinho será superado pelos círculos na vizinhança imediata.

Arquitetura PNN

A Rede Neural Probabilística é estruturada da forma ilustrada no gráfico abaixo, que pressupõe que há duas variáveis numéricas independentes, duas categorias dependentes e cinco casos de treinamento (três em uma categoria e dois na outra):



Quando um caso é apresentado à rede, cada neurônio da camada de padrões calcula a distância entre o caso do treinamento representado pelo neurônio e o caso do input. O valor passado aos neurônios da camada de soma depende da distância e dos fatores de suavização. Da mesma forma que nas redes GRN, cada input tem seu próprio fator de suavização; esses fatores determinam a rapidez com que a significância dos casos de treinamento diminui com a distância. Na camada de soma há um neurônio para cada categoria dependente; cada neurônio perfaz a soma dos valores de output dos neurônios correspondentes aos casos de treinamento da categoria em questão. Os valores de output dos neurônios da camada de soma podem ser interpretados como estimativas da função de densidade de probabilidade para cada classe. O neurônio de output seleciona a categoria com o maior valor na função de densidade de probabilidade como a categoria prevista.

Da mesma forma que com as redes GRN, o treinamento de uma rede PN consiste em otimizar os fatores de suavização para minimizar o erro no conjunto de treinamento; é usado o método de otimização Gradiente Descendente Conjugado. A medida de erro usada durante o treinamento para avaliar diversos conjuntos de fatores de suavização é calculada com base em todos os valores retornados pelos neurônios da camada de soma de todos os casos de treinamento. A medida leva em conta não apenas a probabilidade atribuída à categoria correta, mas também a distribuição de probabilidades atribuídas a categorias incorretas (é melhor ter uma distribuição aproximadamente uniforme de probabilidades nas categorias incorretas do que ter determinada categoria incorreta com alta probabilidade). Observe que, ao calcular o erro para um caso de treinamento, o caso em questão é temporariamente excluído da camada de padrões. Isso ocorre porque o neurônio excluído calcularia uma distância zero, tornando outros neurônios insignificantes no cálculo da previsão.

Comparação entre redes MLF e PN/GRN

Cada tipo de rede neural disponível no NeuralTools oferece vantagens e desvantagens, conforme descrevemos a seguir:

Vantagens das redes GRN/PN:

- Treinamento rápido
- Não requerem especificação da topologia (número de camadas ocultas e nós)
- Além de efetuar classificação, as redes PN retornam as probabilidades de o caso se enquadrar em diferentes categorias dependentes.

Vantagens das redes MLF:

- São menores, portanto as previsões são mais rápidas
- São mais confiáveis fora dos intervalos dos dados de treinamento (por exemplo, quando o valor de uma variável independente cai fora da faixa de valores correspondente à variável nos dados de treinamento). Observe, no entanto, que a previsão com redes MLF fora do intervalo dos dados de treinamento continua sendo arriscada.
- São capazes de fazer generalizações a partir de conjuntos de treinamento muito pequenos

Transformação de input

O NeuralTools aplica escala nas variáveis numéricas antes do treinamento, de forma que os valores de cada variável estejam aproximadamente no mesmo intervalo. Isso é feito para equalizar o efeito das variáveis no output da rede durante as fases iniciais do treinamento. Quando uma variável não é significativa para fazer previsões corretas, este fato será levado em conta durante o treinamento por meio da redução dos pesos das conexões entre um determinado input e os neurônios da primeira camada oculta. Contudo, se a variável insignificante for de uma ordem de importância maior do que as outras variáveis, os pesos terão de ser reduzidos ainda mais, para compensar os valores maiores.

A escala usa a média aritmética e o desvio padrão para cada variável, calculados com base no conjunto de treinamento. A média aritmética é subtraída de cada valor e o resultado é dividido pelo desvio padrão. Os mesmos parâmetros de escala são usados ao testar a rede treinada ou usá-la para efetuar previsões.

Dados simbólicos ou de categoria não podem ser usados diretamente com a rede neural, pois esta usa números como inputs. Consequentemente, cada variável categórica independente é representada por vários inputs de rede numéricos, um para cada categoria possível. É usado o método de conversão “1-de-n”. Vamos usar como exemplo o seguinte conjunto de casos de treinamento:

Idade	Estado	Valor do empréstimo	Dependente: pagamento do empréstimo
41	SP	4000	em dia
32	RJ	7000	atrasado
54	MG	6000	em dia
37	SP	5000	inadimplente

Os casos são apresentados à rede da seguinte forma:

Idade	Estado =RJ	Estado =MG	Estado =SP	Valor do empréstimo	Dependente: pagamento do empréstimo
41	0	0	1	4000	em dia
32	1	0	0	7000	atrasado
54	0	1	0	6000	em dia
37	0	0	1	5000	inadimplente

Leituras recomendadas

As seguintes publicações fornecem informações adicionais sobre as redes neurais usadas no NeuralTools:

Bishop, Christopher M., *Neural Networks for Pattern Recognition*, Oxford, 1995.

Masters, Timothy, *Advanced Algorithms for Neural Networks*, Wiley, 1995.

Reed, Russell D., Robert J. Marks, *Neural Smithing*, MIT, 1999.

Índice remissivo

A

Andamento do treinamento, 48
Arquitetura GRN, 88
Arquitetura MLF, 81
Arquitetura PNN, 90

C

Caixa de diálogo Gerenciador de
Conjunto de Dados, 34
Capacidade em termos de conjunto de
dados e variáveis, 38
Comando
 Configurações da aplicação, 65
 Gerenciador de Rede Neural, 69
 Prever, 60
 Testar, 52
 Treinar, 39
 Utilidades de dados ausentes, 71
Comando Gerenciador de Conjunto
de Dados, 33
Comando Utilidades de dados
ausentes, 74
Como evitar excesso de treinamento,
85
Como testar uma rede, 21
Comparação entre redes MLF e
PN/GRN, 93
Conjunto de dados e variáveis, 33
Conjuntos de dados, 14
Correspondência entre variáveis, 53

D

Desinstalação do NeuralTools, 7

E

Erro médio quadrático, 51
Evolver, 26

G

Gerenciador de Conjunto de Dados,
14

H

Histograma de residuais, 51

I

Ícones
 Área de trabalho, 7
Instruções de instalação, 6–7

M

Matriz de classificação, 50
Multi-Layer Feedforward Network,
44

P

Palisade Corporation, 5
Previsão, 12, 23
Previsão ao Vivo, 24, 62
Probabilistic Neural Networks, 44
Problemas de classificação, ii
Problemas numéricos, ii

R

Redes Multi-Layer Feedforward, 81
Redes neurais de regressão
 generalizada, 87
Redes Neurais de Regressão
 Generalizada, 17, 44
Redes neurais e métodos estatísticos,
78
Redes neurais probabilísticas, 89
Relatórios de teste, 22, 55

Relatórios de treinamento, 49
Requisitos de sistema, 6
Resumos rápidos em relatórios
detalhados, 59

S

Solver, 26
StatTools, 26

T

Tempo de execução, 46
Testar automaticamente em, 40
Teste, 12
Tipo de variável, 36

Transformação de input, 95
Treinamento, 12
Treinamento de redes MLF, 83

U

Uso integrado de treinamento, teste e
previsão, 16

V

Valores ausentes, 73
variáveis tag, 37
Versão Professional, 3
Visão Geral de Previsão, 63
Visão Geral de Teste, 54